Agriculture
Canada

Research Branch
Direction générale de la recherche

Bulletin technique 1987-11F

Accroissement de la capacité de rendement des systèmes de production d'agneaux - Recherche et technologie

Canada

Accroissement de la capacité de rendement des systèmes de production d'agneaux - Recherche et technologie

L. AINSWORTH, D.P. HEANEY, P.S. FISER,
G.A. LANGFORD, J.N.B. SHRESTHA, D.A. LEGER
Centre de recherches zootechniques
Ottawa (Ontario)

Bulletin technique 1987-11F
Contribution nº 86-28 du Centre de recherches zootechniques

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1987

Pour obtenir des exemplaires de cette publication s'adresser au
Directeur
Centre de recherches zootechniques
Direction générale de la recherche, Agriculture Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0C6

Production du Service aux programmes de recherche

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987
N° de cat. A54-8/1987-11F
ISBN 0-662-94264-7

Also available in English under the title
Research and technology for increasing the efficiency and output of lamb production systems

Cette publication a été traduite en français par le Service de traduction de l'Agriculture Canada.

couverture
Les points sur la carte indiquent les établissements de recherche d'Agriculture Canada.

PRÉFACE

Le présent bulletin remplace l'ancien bulletin technique n° 2 du Centre de recherches zootechniques (C.R.Z.) intitulé "Recherches pour la production intensive du mouton en stabulation" publié en 1980.

Le bulletin résume les résultats du programme de recherches sur le mouton exécuté au C.R.Z. et regroupe les résultats parus dans les publications scientifiques et techniques depuis plusieurs années. En outre, il décrit les possibilités d'application par les producteurs de nouvelles technologies et stratégies de gestion découlant du programme de recherches. Il est possible d'intégrer la technologie dans son ensemble, comme l'a fait le C.R.Z., ou de greffer diverses composantes à d'autres systèmes fonctionnant à divers niveaux d'intensité. Il en résulte que les producteurs canadiens disposent de plusieurs solutions pour accroître l'efficience, le rendement et la rentabilité de leurs systèmes de production d'agneaux.

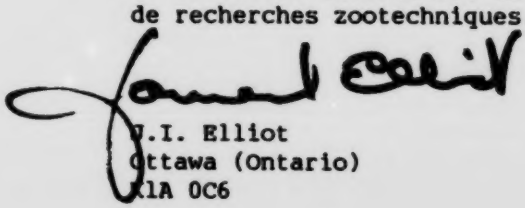
Dans une bonne partie du Canada, les longs hivers obligent à fournir aux moutons des bâtiments d'élevage et du fourrage conservé. Il suffit donc d'apporter de modestes améliorations aux installations et à l'équipement pour assurer le logement à longueur d'année. Le système expérimental de production d'agneaux du C.R.Z. permet la production régulière d'agneaux tout au long de l'année et un niveau de productivité des brebis qui compense amplement le coût de la stabulation permanente. Il élimine également les programmes onéreux de lutte contre les prédateurs, ainsi que les problèmes de parasites internes et externes et de piétin. La protection contre les éléments permet également de réaliser des économies substantielles d'aliments, d'améliorer l'indice de consommation, de mettre des animaux au marché plus tôt et d'obtenir une laine plus propre.

La capacité d'obtenir un produit régulier et de haute qualité à longueur d'année laisse entrevoir de réelles possibilités de croissance et d'expansion pour le secteur canadien du mouton. Cette capacité pourrait réduire substantiellement le volume d'importation d'agneau en plus d'accroître la consommation intérieure et de créer des marchés de spécialité intérieurs et internationaux.

Le bulletin renferme également une bibliographie complète à l'intention des spécialistes désireux de consulter les publications de recherche originales. Une liste choisie d'ouvrages de référence supplémentaires est mise à la disposition des lecteurs qui souhaiteraient en savoir davantage.

avril 1987

Le Directeur intérimaire du Centre
de recherches zootechniques,



J.I. Elliot
Ottawa (Ontario)
K1A 0C6

TABLE DES MATIÈRES

	Page
PRÉFACE	i
TABLE DES MATIÈRES	ii
RÉSUMÉ/SUMMARY	v
1. INTRODUCTION	1
2. LE PROGRAMME DE RECHERCHES	2
2.1 Génétique	2
2.1.1 Reproducteurs souches pour la création de lignées	3
2.1.2 Synthèse de nouvelles lignées	6
2.1.3 Système d'accouplement	9
2.1.4 Sélection	9
2.1.5 Caractéristiques de performance des lignées sélectionnées et des lignées témoins	10
2.1.6 Recherches connexes	10
2.1.6.1 Croissance des agneaux croisés	10
2.1.6.2 Croissance des agneaux élevés artificiellement ou sous la mère	10
2.1.6.3 Facteurs influant sur les mesures testiculaires et corporelles des agneaux mâles	12
2.1.6.4 Prédiction de la composition de la carcasse	12
2.2 Recherches en nutrition	13
2.2.1 Élevage artificiel des agneaux	13
2.2.2 Nutrition des agneaux de sevrage précoce	16
2.2.3 Nutrition des brebis adultes	16
2.2.4 Recherche sur la digestion des ruminants et sur le métabolisme des oligo-éléments	16
2.3 Recherche sur la physiologie de la reproduction	17
2.3.1 Modification et maîtrise du cycle oestral	18
2.3.1.1 Régime lumineux	18
2.3.1.2 Autres traitements visant la maîtrise du cycle oestral	18
2.3.1.3 Emploi de PMSG	21
2.3.1.4 Application de méthodes de maîtrise de la reproduction dans les troupeaux commerciaux	21
2.3.2 Diagnostic de gravidité	22
2.3.3 Insémination artificielle	22
2.3.3.1 Études sur le sperme frais	22
2.3.3.2 Études sur le sperme congelé	25
2.3.4 Effets de la durée d'éclairement sur les fonctions testiculaires et la qualité du sperme	26
2.3.5 Passage des spermatozoïdes dans le col utérin	26
2.4 Recherches futures	26
3. SYSTÈME EXPÉRIMENTAL DE PRODUCTION D'AGNEAUX	29
3.1 Installations	30
3.2 Conduite du troupeau	30

TABLE DES MATIÈRES suite

Page

3.2.1 Troupeau de reproduction. 30
3.2.2 Élevage des agneaux 34
3.3 Productivité du troupeau expérimental de production 38
3.4 Hygiène du troupeau 38
3.5 Manipulation informatiques des données. 39

4. UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE ET DES STRATÉGIES DE GESTION POUR ACCROÎTRE L'EFFICIENCE ET LE RENDEMENT DES SYSTÈMES DE PRODUCTION D'AGNEAUX 41
4.1 Maîtrise de l'ambiance. 41
4.2 Choix des races 42
4.3 Fréquence de mise à la reproduction 43
4.4 Reproduction d'agnelles 43
4.5 Maîtrise et manipulation de la reproduction chez la brebis. . . . 44
4.5.1 Utilisation de régimes d'éclairement artificiels. 44
4.5.2 Utilisation d'hormones exogènes 44
4.5.3 Utilisation de rythme lumineux artificiel combiné à un traitement hormonal exogène. 45
4.6 Maîtrise et manipulation de la reproduction chez le bélier. . . . 45
4.7 Insémination artificielle 45
4.8 Diagnostic de gravidité 46
4.9 Élevage artificiel et sevrage précoce des agneaux 46
4.10 Nutrition et commercialisation des agneaux de sevrage précoce. . 47
4.11 Nutrition de la brebis de reproduction 48
4.12 Facteurs économiques de la production intensive de l'agneaux . . 48
4.13 Utilisation de la technologie et stratégies de gestion 49
4.14 Possibilité de mise en place d'un élevage ovin vraiment productif. 49

5. ANNEXES 50
Annexe A - Les éponges vaginales imprégnées de progestagène pour la maîtrise de la reproduction. 50
Annexe B - Formation et sélection de béliers, collecte et traitement du sperme et reproduction par insémination artificielle. . 60
Annexe C - Diagnostic de gestation de brebis synchronisées au moyen d'équipement portatif aux ultrasons. 67
Annexe D - Élevage artificiel des agneaux 69
Annexe E - Techniques et équipement spéciaux pour l'étude de la digestion et de l'absorption des éléments nutritifs. . . . 72

6. BIBLIOGRAPHIE 75

7. OUVRAGES DE RÉFÉRENCE SUPPLÉMENTAIRES 89

8. BULLETINS INFORMATIFS SUR LES OVINS PUBLIÉS PAR AGRICULTURE CANADA. 90

9. SERVICE DES PLANS DU CANADA 91

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Dr P. J. Hackett, programme de biotechnologie, de sa contribution à la section traitant de la modification et de la maîtrise du cycle oestral, et les Drs M. Hidiroglou, M. Ivan et D.M. Veira, programme de nutrition des bovins laitiers et de boucherie, de leur contributions à la section traitant de la digestion des ruminants et de la recherche sur le métabolisme des oligo-éléments, ainsi qu'à l'annexe E. Les auteurs tiennent également à témoigner leur reconnaissance au personnel technique du C.R.Z. et à celui de la Sous-section de l'élevage ovin qui ont contribué à la planification et à l'exécution des expériences, ainsi qu'à la mise au point du système de conduite du troupeau expérimental de production. Finalement, ils désirent remercier Mmes L.M. Cusson et J.B. Walker pour leur précieux concours et la mise en forme des données sur la machine de traitement de texte.

RENONCIATION

Toute mention d'une raison sociale, d'un produit breveté ou d'un matériel particulier n'implique d'aucune façon l'approbation à l'exclusion d'autres produits ou matériels qui pourraient être acceptables et disponibles.

RÉSUMÉ

1. Un programme intégré de recherches pluridisciplinaires a été mis sur pied au C.R.Z. en 1968 pour mettre au point et évaluer selon la démarche-système de nouvelles techniques de production intensive d'agneaux. Les principales composantes du programme comprennent la génétique, la nutrition, la physiologie de la reproduction, le logement, la gestion, la santé du troupeau, l'économie et le traitement des données informatiques.

2. Les études de génétique et de reproduction ont abouti à:
   - la création, à partir de races canadiennes et importées, de lignées synthétiques de moutons capables d'assurer un rendement économique élevé en régime de production intensive.
   - la mise sur pied d'un programme de sélection reposant sur des principes génétiques valables en vue d'améliorer le croît et le rendement de viande maigre d'une lignée paternelle synthétique et la performance de reproduction de deux lignées maternelles synthétiques.
   - l'évaluation du croisement des lignées synthétiques pour fournir des données sur l'utilisation de la sélection et des différences raciales pour l'amélioration génétique, ainsi que de la vigueur hybride pour l'accroissement de la productivité.
   - une meilleure compréhension des principes génétiques reliés au rendement élevé des systèmes de production d'agneaux.

3. Les études de nutrition et de gestion ont produit:
   - un système efficace d'élevage des agneaux fondé sur le sevrage précoce et l'utilisation d'aliments d'allaitement.
   - des rations de post-sevrage permettant aux agneaux de réaliser leurs potentialités de croissance maximum.
   - des programmes pratiques d'alimentation reposant sur du fourrage conservé de façon à satisfaire les exigences nutritionnelles des brebis en régime de production accéléré d'agneaux.

4. La recherche sur la physiologie de la reproduction a produit des méthodes pour:
   - la maîtrise de la reproduction à l'aide d'éponges vaginales imprégnées de progestagène.
   - le diagnostic de gestation au moyen de sondes ultrasoniques.
   - la levée des contraintes saisonnières à la reproduction par le recours à des photopériodes artificielles.
   - la collecte, l'évaluation, le traitement et le stockage de sperme de bélier frais et congelé aux fins d'insémination.

5. Le système expérimental de production d'agneaux a évolué parallèlement aux travaux de recherches. Les innovations destinées à accroître la productivité, à réduire le coût ou à augmenter l'efficience sont intégrées à mesure que de nouveaux résultats deviennent disponibles. Dans ce régime, les moutons sont maintenus en ambiance contrôlée à longueur d'année. Les brebis et les béliers de reproduction sont partagés en deux

RÉSUMÉ suite

troupeaux mis à la reproduction tour à tour à quatre mois d'intervalle. La productivité du troupeau démontre clairement que la production intensive, conjuguée à de nouvelles techniques et stratégies de gestion, permet d'accroître substantiellement l'efficience et le rendement de la production d'agneaux comparativement à ceux réalisés en régime de conduite extensive plus traditionnelle.

6. Le bulletin décrit la technologie accessible aux producteurs pour accroître l'efficience et le rendement des systèmes de production d'agneaux. La production intensive, conjuguée à un niveau élevé de capacité de gestion et de technicité, est nécessaire pour utiliser efficacement la technologie disponible.

SUMMARY

1. An integrated multidisciplinary research program was established at ARC in 1968 to develop and evaluate new technology for intensive lamb production using a systems approach. Major components include genetics, nutrition, reproductive physiology, housing, management, flock health, economics and computerized data handling.

2. Genetics and breeding studies have led to:
   - the development from domestic and imported breeds, of synthetic strains of sheep with the potential to provide a high economic return under intensive production.
   - a selection program, based on sound genetic principles, to increase growth rate and lean meat yield in a synthetic sire strain and reproductive performance in two synthetic dam strains.
   - crossbreeding evaluation of the synthetic strains, to provide information on the use of breed differences and selection for genetic improvement and of hybrid vigor to increase productivity.
   - a better understanding of genetic principles associated with high output lamb production systems.

3. Nutrition and management studies have produced:
   - an effective lamb rearing system based on early weaning and use of milk replacer.
   - postweaning diets which allow lambs to achieve their maximum growth potential.
   - practical feeding programs based on conserved forage to meet the nutrient requirements of ewes under accelerated lamb production.

4. Reproductive physiology research has developed procedures for:
   - controlled reproduction using progestagen impregnated intravaginal sponges.
   - pregnancy diagnosis utilizing ultrasonic detectors.
   - removing seasonal constraints to breeding by application of artificial photoperiods.

SUMMARY cont'd.

- collecting, evaluating, processing, storage and insemination of fresh and frozen ram semen.

5. An experimental lamb production system has evolved concurrently with the research. Innovations designed to increase productivity, reduce cost and/or increase efficiency are incorporated as new findings become available. Under the system the sheep are maintained in a controlled environment year round. Breeding ewes and rams are divided into two flocks which are bred alternately at 4 month intervals. The productivity of the flock clearly demonstrates that intensification combined with new technology and management strategies, substantially increases the efficiency and output of lamb production, compared to that achieved under more traditional extensive management.

6. The technology available to producers for increasing the efficiency and output of lamb production systems is described. Intensification combined with a high level of management ability and expertise are required to effectively use the technology available.

1. INTRODUCTION

Le système traditionnel de conduite de l'élevage ovin a évolué dans des conditions favorisant la production saisonnière d'un ou de deux agneaux par brebis. Toutefois, grâce à une capacité biologique d'au moins cinq agneaux par gestation et à un intervalle d'agnelage de 6-8 mois, la brebis a le potentiel nécessaire pour accroître sa productivité annuelle et son efficience.

Au Canada, la taille du cheptel national et le marché du mouton et de l'agneau ont subi de profonds changements. Depuis la Seconde Guerre mondiale, le cheptel ovin a régressé constamment pour atteindre un creux d'environ 550 000 têtes en 1977[1]. Subséquemment, cette tendance s'est renversée et les effectifs de moutons et d'agneaux ont augmenté jusqu'à 4 % par année. En même temps, les importations de produits d'agneau de la Nouvelle Zélande et des États-Unis se sont accrues au détriment du mouton congelé en provenance d'Australie. Ces tendances font état d'une demande croissante d'agneau et d'un réel potentiel de croissance et d'expansion du secteur canadien du mouton pour satisfaire les besoins nationaux. Mais si le secteur doit prendre de l'expansion et concurrencer efficacement l'élevage d'autres espèces animales dans la transformation des ressources actuellement limitées en viande maigre, il faut mettre au point et utiliser de nouvelles techniques et stratégies de gestion capables d'accroître les capacités et l'efficience de la production d'agneaux.

La recherche a révélé qu'il est possible d'améliorer la productivité par l'utilisation de races possédant des caractères spéciaux comme une forte prolificité, un croît rapide et une meilleure musculature. D'autres gains de performance sont possibles grâce à certains régimes de croisement, à la sélection intra ou interraciale et à la mise à la reproduction des agnelles. Il est également possible d'améliorer la production annuelle d'agneaux par l'application de nouvelles techniques de conduite comme le recours à la photopériode artificielle et aux traitements hormonaux qui réduisent ou éliminent les contraintes saisonnières à la reproduction et permettent la production d'agneaux tous les 6-8 mois. L'exploitation de cette meilleure productivité exige la mise au point de méthodes efficaces d'élevage artificiel, la lutte contre les prédateurs, les parasites et les maladies, ainsi que la mise sur pied de programmes de nutrition capables d'absorber ce surcroît de production.

En s'inspirant des concepts susmentionnés, les recherches effectuées au C.R.Z. ont mis au point et évalué des techniques et les stratégies de gestion capables d'accroître substantiellement l'efficience et le rendement des systèmes de production d'agneaux. De plus, la technologie est applicable à divers niveaux d'intensification de la production. Grâce à ces recherches, des possibilités et des solutions rentables s'offrent maintenant aux producteurs canadiens qui veulent mettre au point de saines pratiques de gestion en vue d'accroître l'efficience, le rendement et la rentabilité de leurs élevages d'agneaux.

---

[1]Statistiques du bétail et des produits animaux. Statistique Canada, Ottawa (Ontario), catalogue n° 23-203, Annuel.

2. LE PROGRAMME DE RECHERCHES

En 1968, le C.R.Z. lançait un programme innovateur de recherches sur le mouton faisant appel à des installations spécialisées de recherches et de production. L'affectation à long terme de personnel, d'animaux, de capital et de ressources d'exploitation, conjuguée à l'appui soutenu de la Direction générale de la recherche de l'Agriculture Canada et du directeur du C.R.Z., a permis au Centre d'apporter et de maintenir une contribution importante aux efforts nationaux de recherches sur le mouton.

Le raisonnement et la démarche expérimentale utilisés dans la planification du programme de recherches ont déjà été décrits (21). Des compétences de diverses disciplines ont été mises à contribution. Le mandat comportait la mise au point et l'évaluation de techniques et de stratégies de gestion applicables à des systèmes de production d'agneaux à haut rendement capables de fonctionner de façon efficiente et rentable dans les conditions climatiques canadiennes. On préconisait une démarche par système dans laquelle les recherches étaient effectuées et intégrées à un système expérimental de production d'agneaux capable de fournir un approvisionnement uniforme d'agneaux en claustration à longueur d'année. Les recherches ont mis l'accent sur la mise au point de techniques et de méthodes d'utilisation optimale de la sélection et du croisement pour produire des lignées de mouton capables de réaliser un rendement économique élevé en régime de production intensive et soutenue d'agneaux, de lever les contraintes saisonnières à la reproduction, de réduire l'intervalle d'agnelage, d'accroître la taille de la portée, d'utiliser et d'appliquer l'insémination artificielle, de stocker à long terme du sperme de bélier, de pratiquer l'élevage artificiel et d'optimiser l'efficience de la croissance de l'agneau de marché. Toutes les études sont évaluées en fonction de leur pertinence et de leur contribution à l'accroissement de l'efficience et du rendement du système de production expérimental. Lorsqu'il faut intensifier la recherche fondamentale pour pouvoir répondre à des questions particulières essentielles à l'élaboration de l'ensemble du programme de recherches, les études sont menées dans une bergerie séparée de recherches intensives sur des animaux séparés du troupeau de production. Les résultats prometteurs sont ensuite validés par une transposition minutieuse des expériences au troupeau de production.

2.1 GÉNÉTIQUE

La recherche sur la génétique et la reproduction a pour objet de créer des lignées paternelles et maternelles spécialisées adaptées à un système de production intensive d'agneaux croisés et, simultanément, d'évaluer les principes génétiques et complexes qui entrent en jeu. Trois lignées génétiques distinctes, composées d'une lignée paternelle et de deux lignées maternelles, ont été créées à partir de populations lignées croisées. La sélection généalogique avait pour but d'améliorer la performance individuelle par l'utilisation de la variation génétique qui caractérise chaque population. Des indices de sélection ont servi à accroître le rendement de maigre de la lignée paternelle synthétique et à améliorer la performance de reproduction des deux lignées maternelles synthétiques. Pour établir ces indices, un certain nombre de paramètres génétiques applicables à certains caractères d'importance économique ont été estimés à partir des populations élevées en ambiance contrôlée.

Il est impossible d'effectuer des expériences de sélection à long terme, libres de toute influence du milieu, sur la performance de populations sélectionnées. Il a donc fallu établir des populations non sélectionnées de sujets Suffolk et Finnois de façon à dissocier les progrès dus à la sélection de ceux attribuables à l'environnement. Cette façon de procéder a également permis d'évaluer les effets corrélés de certains caractères de production autres que ceux faisant l'objet d'une sélection.

Finalement, la récente évaluation du croisement des nouvelles lignées synthétiques fournira des précieuses informations sur l'utilisation des différences raciales et de la sélection comme sources d'amélioration génétique, et des avantages du croisement pour améliorer l'efficience de la production. Même si tous les agneaux sont élevés artificiellement au cours du stade de création des lignées, les évaluations des croisements seront effectuées dans un environnement classique où la production laitière de la brebis est particulièrement importante pour l'agneau.

2.1.1 Reproducteurs souches pour la création de lignées

En 1966, le troupeau de brebis du C.R.Z. se composait d'environ 160 Shropshire, 190 Suffolk et 90 sujets d'une lignée synthétique (OS) déjà créée à Ottawa à partir des races Leicester, North Country Cheviot, Romnelet et Suffolk (contribution d'environ 25 % chacune).

De 1966 à 1969, 16, 20 et 18 béliers Shropshire, Suffolk et OS respectivement ont servi à la reproduction. Des groupes de 12 brebis par bélier ont servi à produire une descendance de race et croisée issue des parents Suffolk et Shropshire, alors que les brebis OS n'étaient accouplées qu'à des béliers OS.

Les compressions budgétaires n'ont pas permis l'achat de reproductrices choisies précisément pour leur potentiel génétique. Aussi, pour accroître la taille du troupeau et élargir le patrimoine génétique, 513 brebis étaient transférées au C.R.Z. entre 1968 et 1973 à partir d'un programme de croisement et de sélection exécuté aux stations de recherches de Lennoxville et de La Pocatière (Québec).

Des races exotiques et d'autres races canadiennes ont fait l'objet d'études comme sources potentielles de matériel génétique. En fait, on avait besoin de races possédant un croît rapide et une forte musculature pour la lignée paternelle, et de races caractérisées par une portée nombreuse et une longue saison de reproduction pour les lignées maternelles. Il a été impossible d'importer des races comme la Romanov et la Texel de l'Europe continentale à cause de l'incapacité de satisfaire les exigences sanitaires canadiennes. En outre, les compressions budgétaires n'ont permis l'achat que de quelques animaux de chaque race. Finalement, la race Île-de-France (figure 1A), à croît rapide et forte musculature créée en France à partir de croisements Leicester X Merino et disponible en Écosse, et Lincoln a été retenue pour apporter les gènes voulus à la lignée paternelle. La Frisonne (figure 1B) également disponible en Écosse, et la Finnoise (figure 1C) étaient choisies pour leur contribution aux deux lignées maternelles. La Frisonne est une race laitière de grand développement de l'Allemagne de l'Ouest qui produit

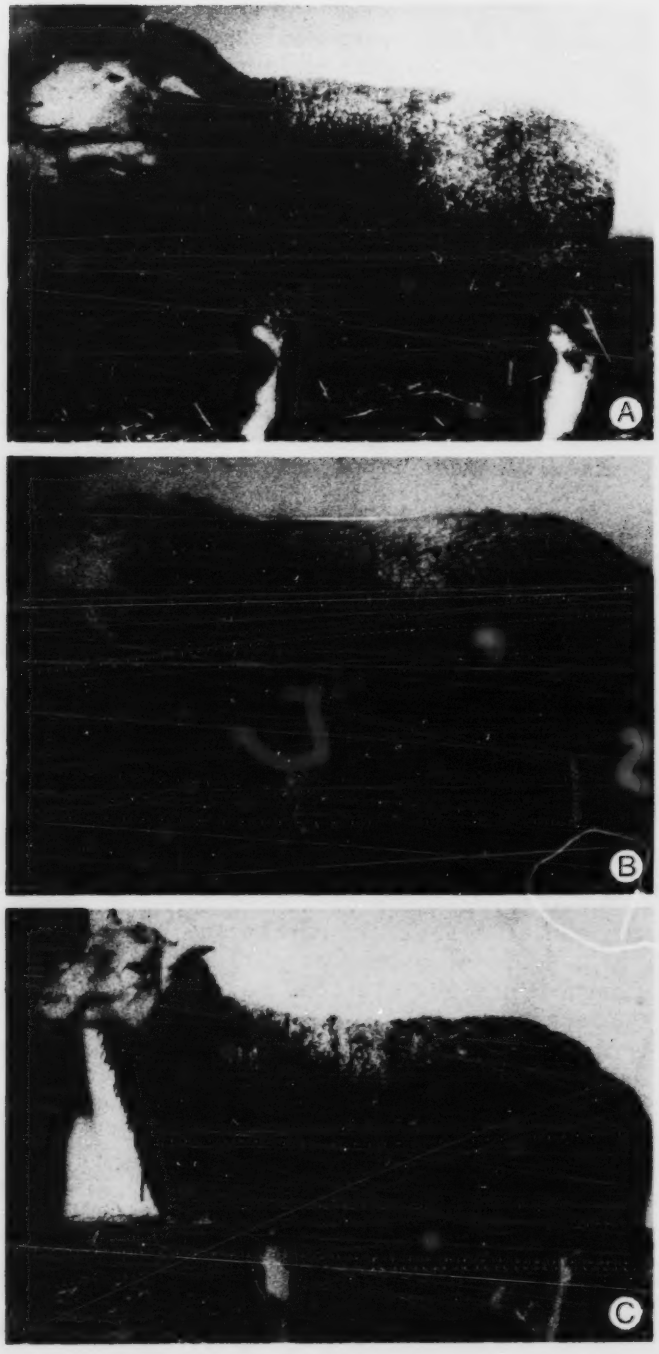


Figure 1. Béliers importés ayant servi à la création des lignées synthétiques. (A) Île-de-France, (B) Frisonne, (C) Finnoise.

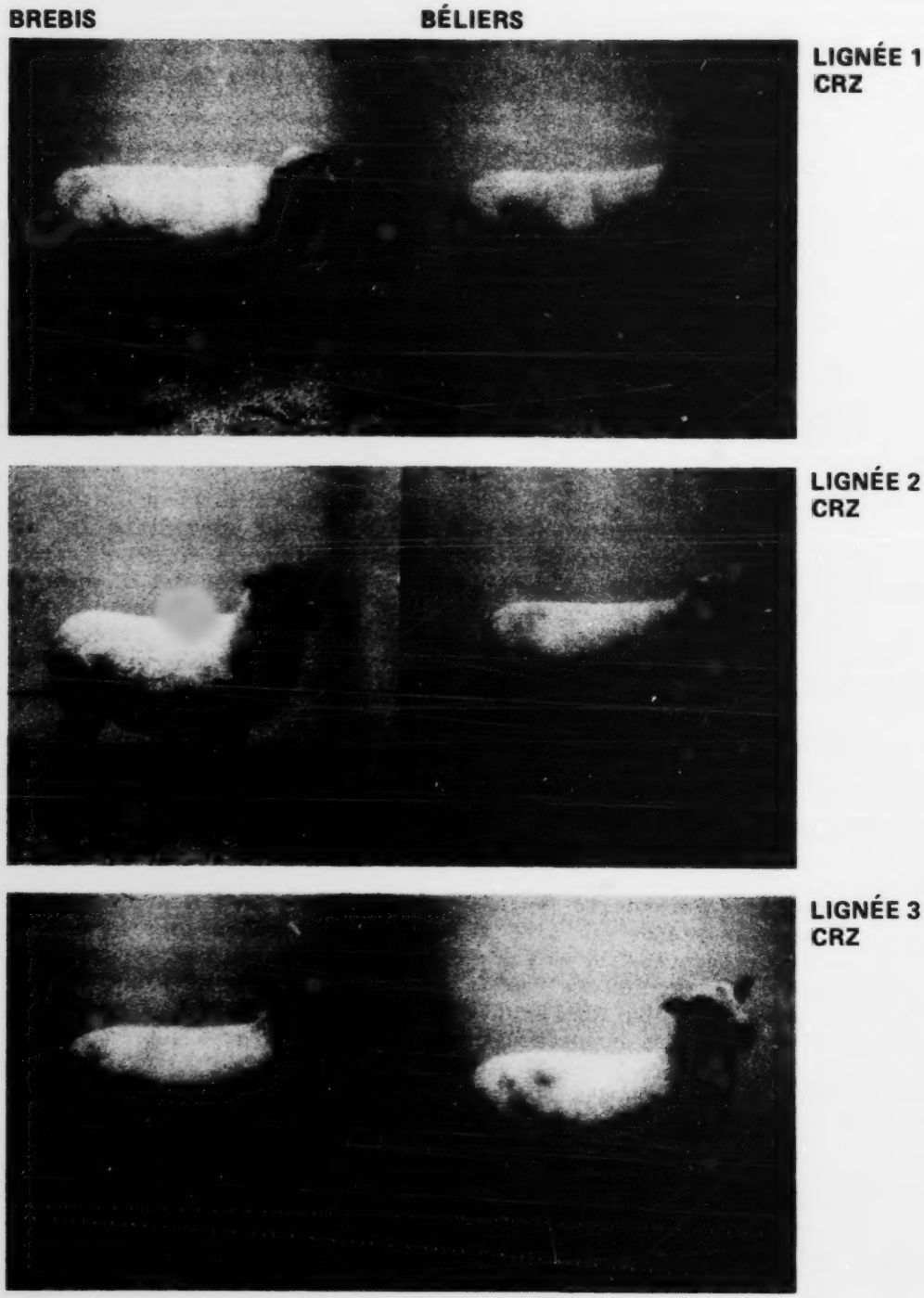


Figure 2. Lignées synthétiques créées au Centre de recherches zootechniques.

en moyenne environ deux agneaux par agnelage. La Finnoise atteint la puberté à un âge précoce (6-7 mois) et excelle sur le plan de la prolificité (des portées de quatre ne sont pas rares).

Entre 1968 et 1971, cinq béliers Finnois, huit brebis Finnoises pleines et trois béliers Lincoln étaient achetés au Canada. Onze béliers Île-de-France et cinq béliers Frisons étaient importés d'Écosse. Ces introductions et importations, combinées au troupeau original du C.R.Z. et aux brebis transférées du Québec, ont formé le matériel souche nécessaire à la création des lignées synthétiques.

À cause de la présence de la tremblante en Grande-Bretagne, les béliers Île-de-France et Frisons importés ont été gardés en quarantaine jusqu'à ce que la première descendance ait atteint l'âge de 42 mois. Des installations isolées ont été érigées à la Ferme de recherche du C.R.Z. et trois béliers Finnois, trois béliers Suffolk et 240 brebis (environ 80 de chacune des races Suffolk, Shropshire et OS) ont été logés avec les béliers importés. Pendant la quarantaine, des accouplements ont été effectués pour évaluer la performance en croisement des races importées et pour faire les croisements nécessaires au démarrage des lignées synthétiques. En même temps, les accouplements spécifiques contribuant à la formation des lignées ont été effectués sur le reste du troupeau logé dans les bergeries à ambiance contrôlée. À la levée de la quarantaine à l'automne de 1974, les animaux ont été regroupés dans les bergeries à ambiance contrôlée.

2.1.2 Synthèse de nouvelles lignées

À cause de la quarantaine et des contraintes budgétaires, les nouvelles lignées ne pouvaient être synthétisées officiellement comme elles l'auraient été pour des animaux de laboratoire. Mais le nombre de races représentées dans la population souche a fourni suffisamment de variation génétique pour permettre la sélection en fonction d'objectifs particuliers.

La lignée paternelle synthétique (lignée 1 du C.R.Z.; figure 2) a été créée pour la viande aux fins de croisement avec des brebis hybrides en vue de produire des agneaux de marché croisés. Les races ont donc été choisies en fonction d'une croissance rapide et d'un rendement de viande élevé. Les principales contributions sont venues des races Suffolk, Île-de-France et Leicester, avec des apports secondaires de plusieurs autres races (figure 3).

Pour la création des deux lignées maternelles synthétiques (lignées 2 et 3; figure 2), on a mis l'accent sur la prolificité et les possibilités d'agnelage tout au long de l'année. Il était prévu que chacune contiendrait environ 50 % d'ascendance Finnoise. En outre, la lignée 2 du C.R.Z. contiendrait dans des proportions à peu près égales du matériel génétique des races Suffolk et Shropshire, alors que la lignée 3 du C.R.Z. posséderait un patrimoine génétique plus large avec des apports des races Dorset, Frisonne, Shropshire et Suffolk, plus des apports secondaires de plusieurs autres races. À cause d'erreurs de généalogie, la composition raciale des lignées 1 et 2 du C.R.Z. comprenait des races autres que celles originalement prévues (figure 3). L'évaluation de ces erreurs a révélé qu'elles étaient d'importance secondaire de sorte qu'elles n'ont pas été éliminées.

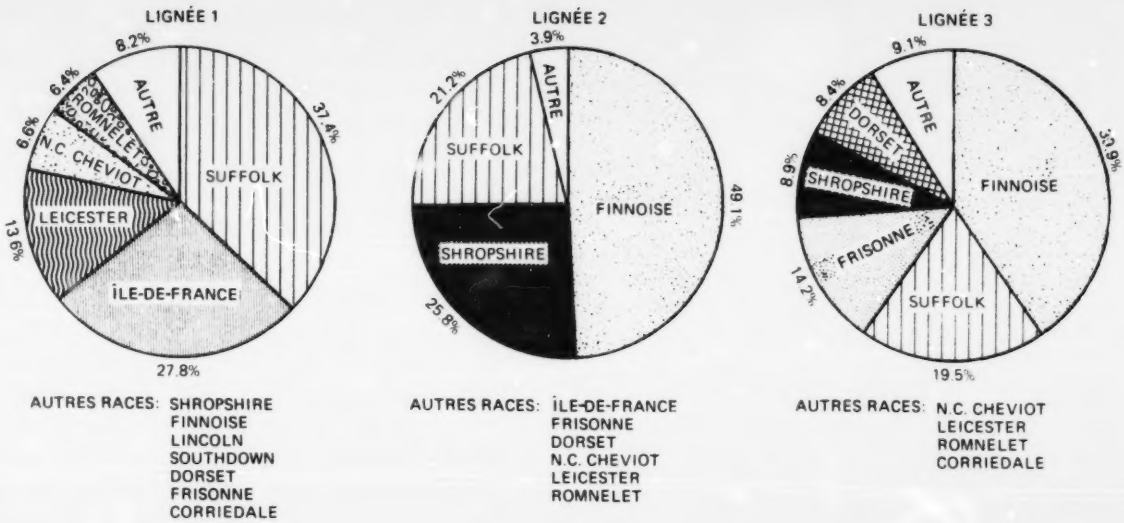


Figure 3. Composition raciale des lignées synthétiques en 1985.

La lignée Suffolk non sélectionnée (lignée 4 du C.R.Z.) est issue de 20 béliers d'origine, alors que la lignée Finnoise non sélectionnée (lignée 5 du C.R.Z.) est issue de huit béliers d'origine. En 1982, la lignée 6 du C.R.Z. était établie à partir de 20 béliers de la lignée 3 du C.R.Z. comme population non sélectionnée pour les lignées maternelles. Les lignées non sélectionnées sont maintenues pour assurer la plus large représentation possible des reproducteurs souches.

En 1974, les lignées synthétiques ont été fermées à l'introduction de nouveau matériel génétique. Par la suite et jusqu'en 1977, les lignées ont été multipliées pour atteindre les effectifs désirés. Au cours de cette période de multiplication, peu de brebis ont été éliminées de façon à permettre les diverses combinaisons de croisement et à stabiliser et à maintenir autant que possible le patrimoine génétique de chaque lignée. Depuis 1977, les lignées synthétiques sont considérées comme des populations homogènes pour les caractères sélectionnés. En 1986, les lignées synthétiques en étaient rendues aux 6^{e} et 7^{e} générations depuis leur isolement en 1974, pour un niveau de consanguinité de 2-3 %.

Après l'établissement en 1980 par hystérotomie d'un troupeau sanitairement protégé (voir la page 39), les accouplements des animaux ainsi obtenus avaient pour but de reconstituer le patrimoine génétique original des lignées synthétiques et témoins. Le nombre requis de béliers et de brebis a été atteint en 1983 (tableau 1).

Tableau 1. Nombre de pères et de mères dans des populations d'ovins sélectionnés et des populations témoins[a]

Code	Lignée	Principal critère de sélection[b]	Nombre de béliers	Nombre de brebis
Lignée 1 du CRZ	Lignée paternelle synthétique	Développement du maigre	50	400
Lignée 2 du CRZ	Lignée maternelle synthétique	Taille de la portée	50	400
Lignée 3 du CRZ	Lignée maternelle synthétique	Taille de la portée	50	400
	Sous-total		150	1200
Lignée 4 du CRZ	Lignée témoin Suffolk	Aucun	40	80
Lignée 5 du CRZ	Lignée témoin Finnoise	Aucun	40	80
Lignée 6 du CRZ	Lignée 3 témoin	Aucun	40	80
	Sous-total		120	240
	TOTAL		270	1440

[a]Chaque lignée est répartie en deux troupeaux d'égal effectif qui sont accouplés alternativement tous les quatre mois afin d'arriver à un cycle de reproduction de huit mois (voir figure 9, page 29).

[b]Les travaux de sélection sur les lignées synthétiques ont été entrepris en 1971 et se sont poursuivis jusqu'en 1977. Par la suite, on a pratiqué l'accouplement au hasard au sein des lignées jusqu'en 1980. Après la création par hystérotomie d'un troupeau en 1981, la sélection a été de nouveau reprise et se poursuit.

2.1.3 Système d'accouplement

Dans les lignées sélectionnées, les brebis ont été accouplées à raison de 10-12 brebis par bélier jusqu'en 1980. Depuis, le rapport a été réduit à huit brebis par bélier. Dans les lignées témoins, les groupes d'accouplement se composent de deux brebis par bélier. Tous les groupes d'accouplement sont conçus de façon à éviter les accouplements apparentés pendant la mise à la lutte de chaque bélier à un échantillon représentatif de brebis de la lignée. L'utilisation de béliers pour deux périodes de reproduction successives (accouplements répétés) permet d'assurer la similitude génétique des sujets issus d'agnelages successifs. Le choix judicieux de géniteurs de remplacement dans les lignées témoins pour sauvegarder le potentiel original permet d'assurer le minimum de variation génétique de ces populations. Le fait de placer au hasard des béliers sélectionnés avec des brebis sélectionnées permet d'éviter l'accouplement en parquet entre des sujets demi-frères ou plus étroitement apparentés.

Ce régime d'accouplement répété au sein de chaque lignée et la comparaison avec les deux lignées témoins ont permis de séparer avec exactitude, d'un agnelage à l'autre, les facteurs génétiques et non génétiques qui influent sur les aptitudes. Cette façon de procéder revêt une importance primordiale dans les travaux de recherches à long terme en génétique où les modes d'alimentation et de conduite varient et évoluent continuellement à mesure que de nouvelles données deviennent disponibles.

2.1.4 Sélection

La sélection dans la lignée paternelle synthétique s'appuie avant tout sur le poids des agneaux atteignant à l'âge de 91 jours (70 jours avant 1981). Il existe une grande corrélation entre le poids corporel à 70 jours et celui, plus utilisé, à 140 jours (27). Cette méthode présente l'avantage de pouvoir repérer assez vite les sujets de remplacement, ce qui est essentiel pour maintenir l'intervalle d'agnelage de huit mois dans le cadre de ce programme d'agnelage accéléré. Pour améliorer la précision de l'évaluation génétique, les relevés sont corrigés en fonction du sexe et de la taille de la portée. À partir de 1984, on a utilisé les données sur la croissance des sujets demi-frères et pleins frères en plus de la performance individuelle pour établir l'indice de sélection. Le niveau modéré d'héritabilité (0,25) pour les poids des agneaux en régime d'élevage artificiel et en ambiance contrôlée (167) donne à penser que la sélection par famille devrait pouvoir améliorer efficacement le croît de la lignée 1 du C.R.Z., au point d'en faire une solution de rechange à l'utilisation actuelle des races paternelles de boucherie.

Pour la lignée maternelle synthétique, la sélection vise avant tout la taille et la portée, et attache moins d'importance au croît (les agneaux plus lourds d'une portée sont généralement sélectionnés). L'effet de l'âge de la mère sur la taille de la portée est important de sorte que les corrections nécessaires ont été apportées aux relevés individuels. L'héritabilité de la taille de la portée est faible, mais à mesure que le nombre de relevés augmente, l'héritabilité fondée sur la moyenne de ces relevés augmente également. Depuis 1984, l'indice de sélection pour la taille et la portée s'appuie sur la performance à vie de la mère et des grands-parents (paternels et maternels).

L'élimination des brebis adultes est fonction de leur capacité à produire des agneaux à intervalles de huit mois. En règle générale, toute brebis qui n'a pas agnelé est éliminée, mais les agnelles mises à la lutte à l'âge de 6,5-7,5 mois reçoivent une seconde chance. On n'a pas tenu compte des caractéristiques ou du rendement de la laine, mais les agneaux présentant de graves anomalies physiques (p.ex., cryptorchidie, malformations osseuses ou articulaires des membres, prognathisme supérieur, présence de cornes ou laine colorée (béliers seulement) ont été éliminés. Toutes les lignées ont été sélectionnées indirectement pour leur capacité d'adaptation à des conditions d'élevage intensif: photopériode artificielle, les traitements hormonaux pour déclencher et synchroniser l'oestrus, production soutenue d'agneaux à intervalles de huit mois, ambiance contrôlée et, chez les brebis, la précocité sexuelle et la fertilité.

2.1.5 Caractéristiques de performance des lignées sélectionnées et des lignées témoins

Le tableau 2 résume les caractéristiques de performance des lignées sélectionnées et témoins. Il faut rappeler que les chiffres représentent des valeurs moyennes de l'époque où le troupeau a été rétabli par hystérotomie en 1980. Jusqu'à maintenant, il a été impossible d'effectuer des analyses détaillées pour évaluer l'effet de la sélection.

On peut conclure de ces données que les caractéristiques de performance de la lignée paternelle synthétique (lignée 1) se comparent à celles de la lignée témoin Suffolk (lignée 4), alors que les lignées maternelles synthétiques (lignées 2 et 3) sont comparables sur le plan de la performance de reproduction et supérieures sur le plan du croît à la lignée témoin Finnoise (lignée 5). Il ne faut pas oublier également que la taille moyenne de la portée des lignées maternelles est supérieure à celle de n'importe quelle race nationale contemporaine.

2.1.6 Recherches connexes

2.1.6.1 Croissance des agneaux croisés. Une comparaison de la croissance des agneaux issus de béliers des races importées avec celle des agneaux de père Suffolk (113) ne montre aucun effet significatif de la race du père sur le poids, au sevrage (56 jours), et à l'âge de 100 et 140 jours des agneaux issus de croisement simple et de rétrocroisement. Les agneaux de pères Finnois et Frisons pesaient moins à la naissance que ceux de pères Suffolk et Île-de-France. Cette étude a révélé que les moutons Finnois caractérisés par une forte prolificité et des poids d'agneaux comparables aux hybrides issus des béliers Suffolk pouvaient être inclus dans les lignées maternelles synthétiques. Les agneaux de rétrocroisement issus des béliers Frisons ont semblé prometteurs pour la production d'agneaux, mais la descendance croisée des béliers Île-de-France n'a pas semblé supérieure sur le plan du croît à celle issue des béliers Suffolk. Il n'en reste pas moins que l'inclusion de sang de béliers Île-de-France dans la lignée 1 du C.R.Z. a diversifié le réservoir génétique par l'augmentation de la variation disponible aux fins de sélection.

2.1.6.2 Croissance des agneaux élevés artificiellement ou sous la mère. Une série d'études ont établi que l'effet génétique de la sélection sur le poids des agneaux peut être amélioré si ceux-ci sont élevés artificiellement,

Tableau 2. Caractéristiques de performance des lignées synthétiques du CRZ et comparaison avec les lignées témoins Suffolk (lignée 4) et Finnoise (lignée 5)

Caractéristique de performance	Lignées synthétiques du CRZ			Lignées témoins	
	Lignée 1	Lignée 2	Lignée 3	Lignée 4	Lignée 5
Poids corporel adulte (kg)					
Bélier	94	94	96	89	86
Brebis	89	82	85	79	66
Fertilité (%)					
Brebis adulte	70	80	82	73	84
Agnelle	37	55	57	28	72
Taille moyene de la portée					
Brebis adulte	1,9	2,6	2,5	1,7	2,9
Agnelle	1,3	1,8	1,7	1,0	1,9
Poids corporel des agneaux (kg)					
À la naissance	4,6	3,4	3,6	4,6	2,4
Au sevrage (21 jours)	11,5	9,5	9,8	10,6	7,4
À la fin de l'épreuve (91 jours)	31,5	28,6	29,5	29,6	22,6
Caractéristiques de carcasse des agneaux mâles à 117-120 jours					
Poids de la carcasse à chaud (kg)	37	34	34	36	28
Surface du carré (noix de côte) (cm^2)	13,4	11,6	11,7	14,1	9,6
Épaisseur du gras dorsal (mm)	6,6	5,8	5,3	5,9	4,4
Rendement de maigre (% du poids de la carcasse froide)	44	43	43	44	43

indépendamment des effets maternels (27,28,129,167). L'effet de l'hétérosis (la supériorité des hybrides sur les sujets de race) pour la croissance a été significatif, tant du sevrage à l'âge de 70 jours que de 70-140 jours, pour les agneaux élevés artificiellement, mais seulement au cours de la dernière période pour ceux élevés par leur mère. La plus faible hétérosis manifestée du sevrage à l'âge de 70 jours par les agneaux élevés sous la mère résulte apparamment de l'effet de report d'une ingestion restreinte de lait qui limite l'expression des différences dues à la race du père. Les estimations de l'héritabilité pour le poids des agneaux élevés artificiellement ont tendance à dépasser celles touchant les agneaux élevés sous la mère. Les résultats révèlent que la sélection pour le poids des agneaux entraîne une croissance supérieure, peu importe si les agneaux ont été élevés artificiellement ou par leur mère. Mais ces derniers devraient être testés à l'égard de la performance en post-sevrage pour permettre la pleine expression des différences transmises par le père.

2.1.6.3 Facteurs influant sur les mesures testiculaires et corporelles des agneaux mâles. Les études effectuées sur des béliers en croissance des lignées synthétiques et témoins ont souligné l'importance de la race, de la date de naissance, de l'âge du bélier et du poids corporel sur les mesures testiculaires et corporelles, ainsi que la nécessité d'apporter les corrections nécessaires si ces mesures doivent servir d'indicateurs des caractères de fertilité (128,151). Bien que l'utilité de ces mesures comme auxiliaires de sélection soit plutôt limitée, elles servent de référence pour les caractéristiques de taille et de transformation des lignées synthétiques et témoins maintenus en ambiance contrôlée dans de bonnes conditions d'alimentation et de conduite.

2.1.6.4 Prédiction de la composition de la carcasse. La mise au point de méthodes précises de prédiction de la composition de la carcasse sur les animaux vivants est importante pour l'exécution de programmes de sélection à grande échelle. Parmi les méthodes qui s'appliquent aux animaux vivants, les techniques ultrasoniques semblent être les plus prometteuses du fait qu'elles ont été largement utilisées dans le secteur porcin. Une évaluation détaillée de divers appareils[1] a révélé que la prédiction ultrasonique du maigre de la carcasse des agneaux mâles, qui varie de 16-51 kg (poids vif), n'aurait pas la précision nécessaire pour permettre une application pratique (63,135). Les estimations d'héritabilité pour les caractères de la carcasse évalués ont varié de 0,38-0,67 dans les lignées synthétiques. Les paramètres géno et phénotypiques estimés à un poids et à un âge établis montrent un rapport significativement favorable entre les caractères de la carcasse comme l'épaule, les membres, les morceaux de détail parés, le maigre total et le rendement de maigre par jour, ce qui prouve leur utilité comme critères de sélection pour l'amélioration du rendement de maigre (175).

---

[1]Krautkramer USM n° 2●, Canadian N.D.E. Technology Ltée., Rexdale (Ontario): Scanoprobe Model 731A● et Scanogram Model 722●, Scanco Inc., Ithaca (NY).

2.2 RECHERCHES EN NUTRITION

Les recherches en nutrition ont mis l'accent sur les besoins nutritionnels et sur l'élaboration de pratiques d'alimentation et de conduite efficaces et économiques applicables à toutes les phases de la production ovine intensive en ambiance contrôlée. La mise au point d'un système efficace d'élevage artificiel des agneaux a été un progrès décisif (annexe D). L'abaissement de l'âge du sevrage de 35 à 21 jours a permis de réaliser des économies substantielles de coûts au poste des aliments d'allaitement. Des préparations d'aliments d'allaitement meilleur marché pour agneaux ont été mises au point et des solutions de rechange à la préparation spéciale satisfaisantes et moins coûteuses ont été identifiées. En effet, les aliments de post-sevrage permettent aux agneaux d'atteindre leur potentiel de croissance maximum. Des programmes d'alimentation pratiques reposant sur du fourrage conservé ont également été mis sur pied pour satisfaire les exigences nutritionnelles des brebis en régime de production accéléré d'agneaux.

Des recherches fondamentales sont en cours sur la digestion des ruminants et sur le métabolisme des oligo-éléments en faisant appel au mouton comme modèle. Ces aspects touchant la disponibilité des éléments nutritifs et la réduction des troubles nutritionnels reliés à des carences, toxicités ou déséquilibres d'oligo-éléments visent aussi directement à améliorer l'efficience de la production ovine. Des techniques et de l'équipement spécialisés ont été mis au point pour mener ces études (annexe E).

2.2.1 Élevage artificiel des agneaux

Avant 1971, conformément aux recommandations alors disponibles, les agneaux étaient sevrés de l'aliment de remplacement à l'âge de 35 jours. L'une des premières innovations réussies a été d'abaisser l'âge du sevrage de 35 à 21 jours et de sevrer les agneaux sans transition. Dans le système d'élevage artificiel du C.R.Z., l'ingestion d'aliments de remplacement ne peut être réduite graduellement comme il est recommandé du fait que chaque parquet compte plusieurs agneaux par tétine disponible. L'abaissement de l'âge du sevrage permet donc de réduire les besoins d'aliments de remplacement de 18 à 8 kg d'aliment en poudre par agneau, soit une économie importante de cet aliment onéreux (environ 1,80 $/kg à l'heure actuelle).

Les agneaux sevrés sans transition à l'âge de 21 jours subissent un arrêt de croissance temporaire. Ils perdent du poids ou ne réussissent pas à gagner du poids au cours de la première semaine suivant le sevrage (figure 4). Par la suite, ils reprennent leurs gains normaux. Jusqu'au sevrage, le besoin d'alimentation complémentaire par agneau s'élève à environ 250 g. Il est peu probable que le rumen soit devenu pleinement fonctionnel au sevrage, ce qui contribue probablement au recul susmentionné. Il n'en demeure pas moins que des études microbiologiques ont révélé que la flore ruminale était bien développée à l'âge de 21 jours. Le pH ruminal et les profils d'acides gras volatils indiquent que la fonction ruminale atteint son plein développement deux semaines après le sevrage (32). Ces résultats, conjugués au rétablissement rapide après l'arrêt de croissance dû au sevrage, révèlent que le rumen ne tarde pas à devenir pleinement fonctionnel lorsqu'il est stimulé par le retrait de l'aliment d'allaitement pourvu qu'une forme quelconque d'aliment solide ait été consommée.

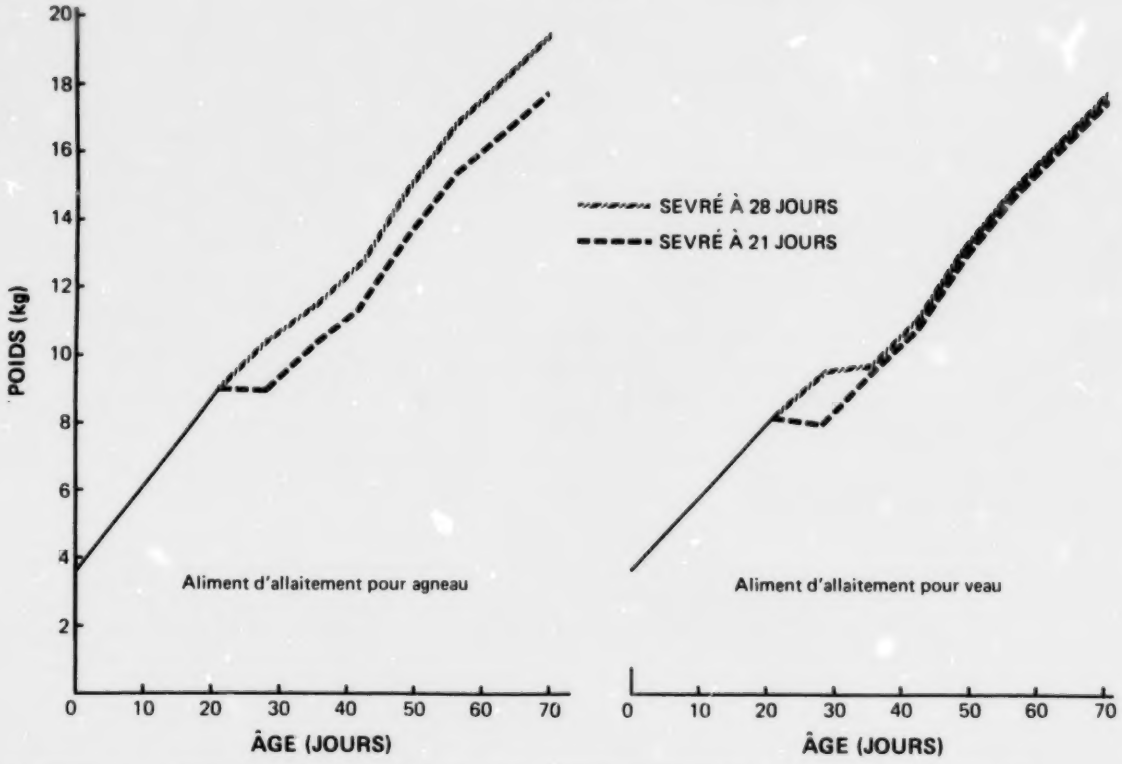


Figure 4. Courbes de croissance des agneaux sevrés à l'âge de 21 ou de 28 jours (extrait de la référence 137).

Même si le fait de servir un aliment d'allaitement au-delà de 21 jours permet de minimiser le recul temporaire de croissance, cette pratique n'est pas économique (137). Le recul du sevrage à 28 jours pour les agneaux nourris d'aliments d'allaitement élimine à toutes fins utiles ce recul de croissance. Chez les agneaux nourris de l'aliment d'allaitement de haute qualité pour veaux, le recul de croissance n'est que réduit (figure 4). Chez les agneaux nourris de l'aliment d'allaitement pour agneaux, le recul du sevrage se traduit par un gain supplémentaire de poids vif de 1,6 kg par agneau à l'âge de 70 jours. Ce gain n'est cependant pas suffisant pour compenser le coût de l'aliment d'allaitement supplémentaire (2,9 kg) requis. Au prix actuel, cet aliment coûterait plus de 5 $. Il est peu probable qu'on assiste dans un avenir prévisible à une baisse du coût des aliments d'allaitement ou à une majoration des prix des agneaux suffisantes pour modifier le tableau.

Des expériences ont révélé qu'il est possible de réduire de 30 % (proportion généralement contenue dans les produits commerciaux) à 24 % la teneur en matières grasses des aliments d'allaitement en poudre sans nuire à la performance des animaux (101). La réduction de la teneur en matières grasses peut entraîner des économies maximales de 10 %, principalement à cause de l'homogénisation plus facile qui réduit les coûts de fabrication. Le remplacement de l'huile de coprah (50 % des matières grasses totales dans la préparation d'aliments d'allaitement) par de l'huile de colza Canola à faible teneur en acide érucique se traduit par une performance insatisfaisante des

agneaux (103). En effet, cette pratique a réduit de 18 % (227 contre 186 g) les gains quotidiens moyens et des observations subjectives ont révélé que les agneaux nourris d'aliments d'allaitement à base d'huile de coprah avaient des excréments plus fermes, moins malodorants et étaient plus vigoureux que ceux consommant l'aliment contenant de l'huile de colza Canola.

D'autres résultats révèlent qu'il est possible d'obtenir une performance satisfaisante des agneaux à l'aide d'un aliment d'allaitement de haute qualité pour veaux ou de lait entier de vache (102). Le poids au sevrage d'agneaux nourris d'aliments d'allaitement pour veaux ou de lait de vache était de 5-10 % inférieur et la mortalité des agneaux augmentait de 2-5 % comparativement à ceux nourris de l'aliment d'allaitement pour agneau. Mais ces produits pourraient s'avérer des solutions de rechange économiques à des aliments d'allaitement pour agneaux spécialement préparés du fait que leur coût inférieur compenserait la légère réduction observée dans la performance des agneaux.

Une étude récente montre que la performance des agneaux est aussi bonne lorsqu'ils reçoivent un aliment d'allaitement dont toutes les protéines proviennent de produits du lait séchés par pulvérisation ou une préparation dont 33 % des protéines du lait ont été remplacées par de la farine de soja (172). Bien que les gains post-sevrage ont été légèrement inférieurs chez les agneaux provenant de grosses portées et nourris avec un succédané de lait à base de farine de soja, les résultats indiquent qu'il peut être rentable de remplacer au moins une partie des produits du lait entrant dans la fabrication des aliments d'allaitement des agneaux par des protéines de coût moindre.

On a pu réduire de 16 à moins de 2 % les pertes dues au météorisme de la caillette en plaçant des sachets réfrigérants dans les contenants de lait (27). Mieux encore, depuis 1970, on a réussi à éliminer le météorisme de la caillette grâce à l'utilisation d'un aliment d'allaitement réfrigéré (4 °C) distribué au moyen d'un système d'alimentation par canalisation (pipelines). Dernièrement, on a réexaminé l'utilisation d'aliment d'allaitement chaud: les essais consistaient à donner aux agneaux un aliment d'allaitement reconstitué contenant 1 ml de formaline par kg (approximativement 0,1 % v/p) servi à 4 °C ou à la température de la pièce (environ 20 °C) (159). On n'a relevé aucun cas de météorisme de la caillette ou autres troubles digestifs et le taux de survie des agneaux était le même aux deux températures. Les agneaux recevant l'aliment d'allaitement chaud en consommaient davantage et étaient plus lourds au sevrage que ceux consommant l'aliment froid. Ces résultats indiquent que l'utilisation d'un succédané de lait chaud additionné de formaline et ne requérant pas de réfrigération permet d'employer du matériel plus simple et moins coûteux. Cette méthode permet aussi de profiter sans risques de la diminution des coûts de main-d'oeuvre liée à un régime d'alimentation à satiété. En revanche, l'utilisation d'aliment d'allaitement chaud demande de 1,2-1,4 kg de plus de poudre de succédané de lait par agneau sevré. Ces coûts supplémentaires pourraient être compensés par la hausse de poids au sevrage, mais ce n'est pas toujours le cas, du fait que la croissance compensatoire post-sevrage des agneaux recevant l'aliment froid peut annuler l'avantage de coût de l'aliment chaud.

2.2.2 Nutrition des agneaux de sevrage précoce

Dans un régime d'élevage intensif, il est souhaitable de servir des régimes alimentaires post-sevrage à haute teneur en énergie, afin de maximiser les gains quotidiens, de réduire les coûts et de raccourcir le temps nécessaire pour qu'un agneau atteigne le poids de marché. Les recherches en nutrition post-sevrage ont permis d'étudier les besoins alimentaires d'agneaux passant brusquement et à un âge très jeune de l'aliment d'allaitement à un régime de croissance et d'engraissement à haute teneur en énergie.

La plus forte croissance post-sevrage a été obtenue grâce à des régimes à 20 % de protéines (en l'état), du sevrage à 56 jours, et à 17 % de protéines, de 57-140 jours (121). Cependant, l'abaissement de la teneur en protéines de 20 à 17 % du sevrage à 56 jours et de 17 à 14 % de 99-140 jours, n'a amené qu'une faible réduction du gain de poids et semblerait donc être une solution plus économique. L'étude montre aussi que les agneaux sevrés à 21 jours peuvent s'adapter à la consommation d'urée, mais que l'usage de ce supplément devrait commencer au moins deux semaines après le sevrage, pour que le rumen ait le temps de devenir complètement fonctionnel.

D'autres études ont montré que le maintien d'un rapport calcium/phosphore de 2,9/1 dans le régime alimentaire post-sevrage assure une croissance satisfaisante lorsque le régime dépasse de 10-20 % les concentrations de vitamine D recommandées (158). Les résultats n'ont cependant pas justifié l'administration par injection de fortes doses de vitamine D aux agneaux en bergerie close. Au contraire, ils ont montré qu'un tel traitement peut nuire à la croissance lorsque le rapport de calcium/phosphore est inférieur à 1/1. De plus, bien que les concentrations de calcium et de phosphore dans le sérum étaient généralement fonction de la quantité ingérée de ces minéraux, elles n'étaient que de peu d'utilité comme indices de l'état nutritionnel.

2.2.3 Nutrition des brebis adultes

Une série d'expériences (7,25,26,33,36) ont montré que les besoins alimentaires des brebis pendant les 14-15 semaines de gestation n'étaient pas plus élevés que ceux d'entretien. Les données montrent que la gravidité fait baisser plutôt qu'augmenter les besoins énergétiques de la brebis au début de la gestation, avant le stade de la croissance rapide du foetus. Dans les 5-6 dernières semaines de la gestation, les besoins alimentaires augmentent d'environ 12 % chez les brebis unipares et d'environ 25 % chez les gémellipares. Quelques données indiquent qu'il y a une augmentation linéaire semblable chez les brebis qui portent des triplés.

2.2.4 Recherche sur la digestion des ruminants et sur le métabolisme des oligo-éléments

Dans le troupeau sanitairement protégé obtenu par hystérotomie, les moutons n'ont pas de protozoaires ciliés dans le rumen. Chez les ruminants adultes normaux ces organismes représentent jusqu'à 50 % de la biomasse microbienne du rumen. On sait depuis quelque temps déjà que les protozoaires ne sont pas nécessaires à la survie de leur hôte, mais on possède peu de renseignements sur le rôle qu'ils jouent dans la digestion des aliments et la disponibilité des éléments nutritifs. Les moutons dépourvus de protozoaires ont fourni une occasion unique d'étudier le rôle de ces micro-organismes dans

le rumen. Ces études ont montré que l'absence de protozoaires accroît l'efficacité d'utilisation des protéines alimentaires, tout en abaissant la digestion apparente de la matière organique, de la cellulose et de l'amidon (130,152). Quoique l'on comprenne mal les effets de ces constatations sur la productivité du mouton, c'est-à-dire la croissance, la production de lait, la consommation et l'utilisation des aliments, on croit que les différences d'utilisation des éléments nutritifs, en l'absence de protozoaires, auraient un effet sur les besoins protéiques et la nature du régime nécessaire pour obtenir une performance optimum (concentration et type de protéines, concentration de glucides fermentescibles).

Dans le troupeau du CRZ, on a diagnostiqué un haut taux de mortalité dû à une toxicité cuprique chronique chez des agneaux de 10-12 mois obtenus par hystérotomie. La toxicité s'est manifestée sans qu'il y ait aucun changement du régime et a été corrigée grâce à une supplémentation de molybdate d'ammonium et de sulfate de sodium (140). D'autres études (173) ont montré qu'en l'absence de protozoaires dans le rumen et lorsque le régime contient des protéines solubles, la concentration de cuivre dans le foie atteint des valeurs qui sont habituellement l'indice d'une toxicité chronique, même lorsque les teneurs en cuivre du régime sont considérées comme sécuritaires. La différence dans les quantités de cuivre accumulées dans le foie des moutons avec protozoaires par rapport aux moutons défaunés est probablement due à la dégradation plus active des protéines alimentaires par les protozoaires du rumen (152). Ce processus pourrait entraîner une hausse des teneurs en soufre dans le rumen, le soufre se combinant avec le cuivre pour le rendre insoluble et donc non assimilable (87). Ces résultats montrent que la présence de protozoaires dans le rumen peut jouer un rôle important dans la prévention de la toxicité cuprique.

Un régime riche en molybdène peut causer, chez les ovins, une toxicité au molybdène ou, en raison de l'interaction de cet élément avec le cuivre, une carence en cuivre. Ce sont là deux graves problèmes de production, car ils peuvent causer un retard de croissance, des problèmes de santé et même la mort. Le sulfate de cuivre est un composé qu'on utilise couramment comme supplément pour contrer la toxicité au molybdène ou la carence en cuivre. Cependant les études ont montré que même si le sulfate de cuivre élimine la toxicité due au molybdène, il ne devrait pas être utilisé comme supplément des régimes carencés en cuivre car il stimule dans le rumen les réactions complexes entre le cuivre, le molybdène et le soufre et réduit ainsi la solubilité et la disponibilité du cuivre (163). Dans de telles conditions, il serait mieux d'employer d'autres suppléments de cuivre comme le chlorure cuivrique.

2.3 RECHERCHE SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

On a mis sur pied un programme complet de recherche afin d'élaborer des stratégies de reproduction et de gestion qui permettraient d'améliorer l'efficacité biologique et économique des brebis et des béliers. L'accent a été mis sur l'évaluation de diverses hormones et de divers systèmes d'agnelage afin de maîtriser et de modifier le cycle oestral, la variation du régime

lumineux afin de contrer les variations saisonnières de fertilité, le diagnostic de la gravidité et l'insémination artificielle (IA). On étudie aussi la conservation à long terme du sperme de bélier et le mouvement des spermatozoïdes dans l'appareil reproductif des femelles.

Cette recherche a abouti à l'élaboration de méthodes d'utilisation d'éponges vaginales imprégnées de progestagène pour contrôler la reproduction (annexe A). On a mis au point des techniques de collecte et de transformation du sperme de bélier et d'insémination (annexe B), des méthodes de détection ultrasonique de la gravidité (annexe C) et d'utilisation de régimes lumineux artificiels pour enlever les restrictions saisonnières imposées à la reproduction. L'intégration de cette technologie à un système de production fondé sur un intervalle d'agnelage de huit mois, a fait ressortir les possibilités d'améliorer la production d'agneaux de façon importante.

2.3.1 Modification et maîtrise du cycle oestral

2.3.1.1 Régime lumineux. Les recherches ont établi que l'exposition des brebis à une alternance tous les quatre mois à des régimes d'éclairement de 18 h (jours longs) et 10 h (jours courts), pouvait diminuer les variations saisonnières de la fertilité si l'oestrus est synchronisé et si la brebis est accouplée à la fin du cycle de jours courts (96,98,100). En conséquence, un cycle de 4 mois de jours longs suivi de 4 mois de jours courts a été intégré au protocole expérimental de production d'agneaux du CRZ (voir figure 9, page 29).

2.3.1.2 Autres traitements visant la maîtrise du cycle oestral. L'efficacité du contrôle du cycle oestral de brebis dans diverses conditions (annexe A) grâce à l'insertion d'une éponge vaginale (figure 5) imprégnée d'acétate de fluorogestone (FGA) combinée à l'administration de gonadotrophine sérique de jument gravide (PMSG) est désormais bien reconnue. Ce système est utilisé de façon courante pour synchroniser le cycle oestral dans le troupeau expérimental.

Afin d'obtenir des traitements plus efficaces et à moindre coût (figure 5), on a évalué d'autres produits chimiques et systèmes d'administration hormonale (éponge vaginale imprégnée d'acétate de médroxyprogestérone (MAP)[1], implants auriculaires sous-cutanés de Norgestomet[2] et utilisation d'un diffuseur interne (CIDR)[3] de la progestérone (figure 5) (93,117,118, 131,153). Une comparaison de la performance de reproduction des brebis soumises à ces différents traitements de synchronisation (tableau 3) et des brebis traitées aux éponges imprégnées de FGA laisse voir une efficacité semblable sur la fertilité et sur la taille moyenne des portées. Bien que les méthodes essayées semblent prometteuses, seule l'utilisation de l'éponge imprégnée de FGA a été évaluée dans une large gamme de conditions

---

[1]Voir annexe A, page 50.

[2]Synchromate-B®, Ceva Laboratories Inc., Overland Park (KS).

[3]AHI Plastic Moulding Company, Auckland (Nouvelle-Zélande).

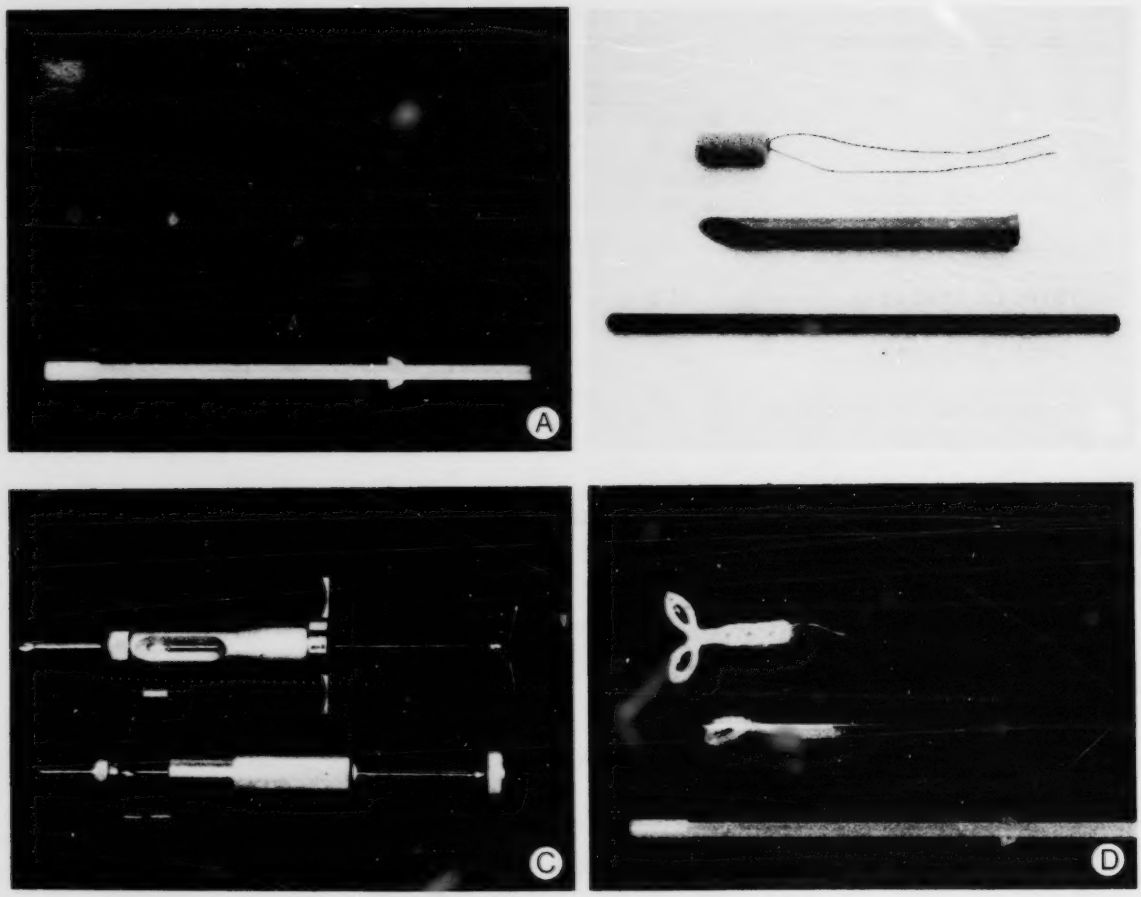


Figure 5. Autres traitements et systèmes d'administration des médicaments pour synchroniser le cycle oestral des brebis. (A) Éponges vaginales imprégnés de FGA pour les agnelles (en haut) et les brebis adultes (en bas) et applicateur; (B) éponges vaginales imprégnées de MAP et applicateur; (C) implants renfermant du Norgestomet imprégné du polymère silastic (en haut) ou d'un polyméthacrylate polymère (en bas) et applicateurs pour insertion sous-cutanée dans l'oreille; (D) diffuseur de progestérone dans le vagin et applicateur pour insertion.

Tableau 3. Comparaison des taux d'agnelage obtenus après divers traitements de synchronisation de l'oestrus et après insertion d'éponges vaginales imprégnées de FGA et injection de PMSG

Comparaison	1		2		3	
	Éponge imprégnée de MAP[a]	Éponge imprégnée de FGA	Implant de Norgestomet[b]	Éponge imprégnée de FGA	Diffuseur de progestérone[c]	Éponge imprégnée de FGA
Brebis traitées	304	314	295	174	192	194
Fertilité (%)						
Oestrus synchronisé	57	53	71	66	69	64
Oestrus global[d]	75	72	83	85	84	84
Taille moyenne de la portée						
Oestrus synchronisé	2,1	2,3	2,3	2,5	2,3	2,6
Oestrus global[d]	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4

[a]Adapté à partir des données de la référence 118.

[b]Adapté à partir des données de la référence 93.

[c]Ainsworth et Downey (observations non publiées).

[d]Oestrus synchronisé et retour d'oestrus.

environnementales et physiologiques. Il faudra recueillir des données comparables avant de pouvoir évaluer l'efficacité globale des autres méthodes.

Des études ont aussi fait ressortir l'efficacité de la prostaglandine $F_{2\alpha}$ (PGF_{α})[1] comme agent de synchronisation de l'oestrus des brebis pour autant que le traitement soit fait quand la brebis est cyclée (64,79,96). La performance de reproduction des brebis accouplées lors d'un oestrus synchronisé par la prostaglandine a été comparable à celle des brebis accouplées pendant un cycle synchronisé à l'aide d'éponges imprégnées de FGA. Il a été difficile cependant de déterminer le meilleur moment pour l'insémination artificielle après un traitement à la prostaglandine, à cause de la variabilité du début de l'oestrus parmi les différentes races ou lignées et à l'intérieur de chacune (77).

2.3.1.3 Emploi de PMSG. En milieu contrôlé, le traitement par PMSG ne semble pas accroître la fertilité des brebis synchronisées (95,99), ce qui signifie que l'effet principal du PMSG est de réduire la variabilité du déclenchement de l'oestrus et de l'ovulation. Il a démontré toutefois que la taille moyenne des portées des brebis fécondées lors d'un oestrus synchronisé augmente d'environ 0,2 agneau lorsqu'on injecte 500 UI de PMSG au moment du retrait des éponges vaginales (42,80,95,96,99).

Dans une étude de l'effet de la dose de PMSG (250 ou 500 UI) sur la performance de reproduction des brebis accouplées lors d'un oestrus synchronisé au moyen d'une éponge imprégnée de FGA et d'une injection de PMSG (155), on a montré que la concentration de PMSG n'a aucun effet sur la fertilité ou la prolificité des brebis adultes. Le taux de reproduction des agnelles était inférieur à celui des brebis adultes et on a observé une interaction lignée x traitement, ce qui laisse indiquer une plus grande variabilité. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études (93,136) et laissent voir qu'il n'y a aucun avantage à utiliser une dose plus élevée de PMSG chez les brebis qui ont naturellement de grosses portées.

2.3.1.4 Application de méthodes de maîtrise de la reproduction dans les troupeaux commerciaux. L'administration de deux injections de 15 mg de $PGF_{2\alpha}$ à intervalle de 11 jours ou l'insertion d'éponges vaginales imprégnées de 40 mg de FGA pendant 12 jours, pendant la saison normale de reproduction, se sont révélées efficaces pour synchroniser l'oestrus des brebis (78). Le degré de synchronisation réalisé dans les 6 jours après le traitement, était respectivement de 84 et 89 % pour les injections de $PGF_{2\alpha}$ et l'insertion d'éponges imprégnées de FGA. Les brebis traitées par éponges FGA avaient un taux de fertilité de 78 % et une portée moyenne de 1,3 après accouplement lors de l'oestrus synchronisé. Pour les brebis traitées au $PGS_{2\alpha}$, les valeurs correspondantes étaient de 63 % et de 1,3.

À Terre-Neuve, des essais réalisés pendant trois ans sur des troupeaux commerciaux ont montré qu'on peut obtenir une performance de reproduction acceptable après traitement aux éponges imprégnées de FGA et au PMSG (111).

---

[1]Lutalyse®, Tuco Products Company, Division de Upjohn, Orangeville (Ontario).

Le taux de fertilité global variait de 76 % pour les accouplements réalisés lors de l'oestrus synchronisé, à 94 % lorsque l'accouplement se faisait aussi lors des oestrus subséquents au cours de la période normale de reproduction. Au printemps, les valeurs correspondantes tombaient à 51 et 63 % respectivement. En outre, des variations significatives ont été relevées entre les troupeaux. Après accouplement lors de l'oestrus synchronisé, les taux de fertilité et de fécondité étaient respectivement de 79 et 145 %, 51 et 94 % et 65 et 113 %, pour les races Polled Dorset, Suffolk et North Country Cheviot (126). Il semble donc que les performances de reproduction des brebis traitées par éponges imprégnées de FGA et par injections de PMSG pendant la saison de reproduction varient selon la race.

Dans une étude de plus grande envergure réalisée en Ontario, on a constaté que la perte d'éponges pendant le traitement n'était que de 1-2 % et qu'environ 95 % des brebis s'accouplaient dans les 72 h après le retrait de l'éponge, ce qui indique un haut degré de synchronisation. Le taux de fertilité et la taille des portées montrent que les traitements FGA - PMSG peuvent être utilisés avec succès en exploitation commerciale (tableau 4). Le taux de fertilité des brebis accouplées lors de l'oestrus synchronisé était satisfaisant autant pendant la saison de reproduction que pendant l'anoestrus. La baisse du taux de fertilité général observée entre les brebis traitées pendant l'anoestrus et pendant la saison de reproduction s'explique surtout par la différence de proportions de brebis qui ont eu d'autres cycles et qui ont été mises à la lutte aux oestrus subséquents.

Les résultats recueillis à chaque exploitation montrent que la synchronisation de l'oestrus par la combinaison FGA-PMSG était élevée quelle que soit la race utilisée. Toutefois le choix de la race apparaît important pour obtenir un taux de fertilité global acceptable après traitement pendant l'anoestrus saisonnier. Les races Finnoise et Dorset ainsi que les sujets de croisements entre ces races avaient un taux de fertilité plus élevé que les Suffolk. Une bonne préparation et l'utilisation de béliers améliorateurs ont permis de relever le taux général de fertilité, en particulier la proportion de brebis agnelant après accouplement en oestrus synchronisé. La périodicité de l'agnelage était très régulière: les brebis agnelaient pendant deux périodes distinctes de 4-6 jours, selon qu'elles avaient été fécondées lors de l'oestrus synchronisé ou de l'oestrus suivant.

2.3.2 Diagnostic de gravidité

L'expérience considérable accumulée au CRZ sur les détecteurs ultrasoniques portatifs a permis de démontrer que ces instruments autorisent une détection rapide, de façon simple et précise, de la gravidité sans recours à des installations spéciales ou de la main-d'oeuvre spécialisée (148). On a donc mis au point une méthode ultrasonique d'usage courant pour détecter la gravidité chez les femelles synchronisées (annexe C).

2.3.3 Insémination artificielle

2.3.3.1 Études sur le sperme frais. La plupart des études ont porté sur les conditions à obtenir pour l'insémination artificielle des brebis synchronisées. Pour atteindre un taux de fertilité de 65-75 %, comparable à

Tableau 4. Comportement à l'agnelage de troupeaux de brebis commerciales après traitement par insertion d'éponges imprégnées de FGA et injection de PMSG à diverses époques de l'année[a]

Période de traitement	Nombre de troupeaux	Nombre de brebis traitées	Oestrus synchronisé		Tous oestrus[b]	
			Brebis agnelant %	Taille de la portée	Brebis agnelant %	Taille de la portée
Août-déc. 1979	9	402	61	1,71	79	1,67
Août-déc. 1980	14	697	67	1,79	86	1,71
Août-déc. 1981	10	497	64	1,81	82	1,75
Août-déc. 1982	11	437	79	1,87	89	1,81
TOTAL	44	2033	68	1,80	85	1,74
Mars-juin 1980	3	129	62	2,06	64	2,04
Mars-juin 1981	5	334	63	1,96	71	1,89
Mars-juin 1982	8	373	55	1,65	65	1,63
TOTAL	16	836	59	1,85	67	1,80

[a]Dose de PMSG 500 UI.

[b]Oestrus synchronisé et oestrus suivants.

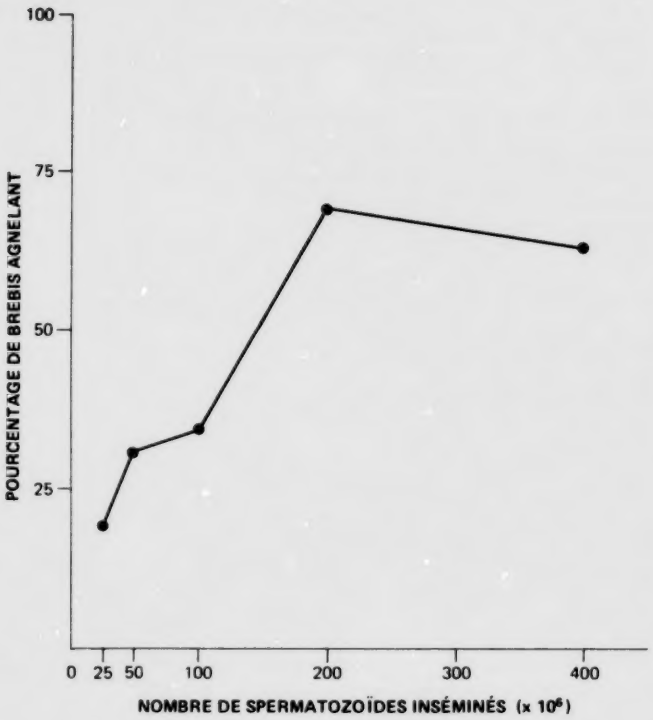


Figure 6. Effet du nombre de spermatozoïdes inséminés sur la fertilité (extrait de la référence 108).

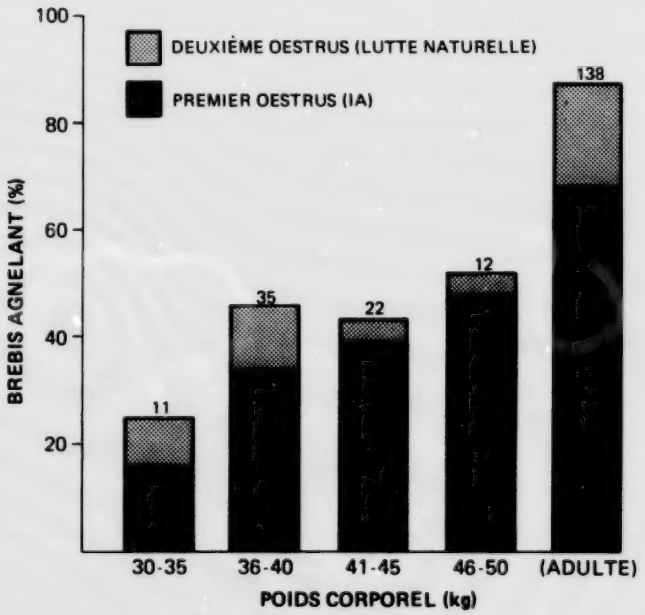


Figure 7. Influence du poids corporel sur la fertilité des agnelles (extrait de la référence 174).

ceux obtenus en monte naturelle lors d'un oestrus synchronisé, les brebis doivent être inséminées 55 h après le retrait des éponges FGA (voir figure 24, page 65), avec au moins 200 millions de spermatozoïdes (107,108) (figure 6). Le traitement par PMSG au moment du retrait de l'éponge (71,106,124) est également nécessaire. On a montré que le sperme dilué pouvait être conservé à 4 °C jusqu'à 24 h sans baisse de la fertilité, alors qu'à une température de 15 °C, la fertilité commence à baisser après 12 h (70).

Lorsqu'on utilisait du sperme frais pour inséminer des agnelles lors d'un oestrus synchronisé (174), le taux de fertilité était environ la moitié de celui des brebis adultes. La mortalité embryonnaire précoce chez les agnelles était d'environ 24 % comparativement à 9 % chez les brebis adultes, ce qui a sans aucun doute contribué à la chute de la fertilité. De plus, le poids des agnelles au moment de l'accouplement jouait grandement sur la performance de la reproduction: les agnelles plus lourdes avaient un taux de fertilité plus élevé (figure 7) et des portées plus grosses.

2.3.3.2 Études sur le sperme congelé. Les études présentées plus haut montrent que le taux de reproduction des brebis inséminées avec du sperme frais est comparable à celui obtenu en monte naturelle, il est évident cependant que les pleines potentialités de l'insémination artificielle ne pourront être réalisées que lorsqu'on pourra utiliser avec succès du sperme congelé à l'échelle commerciale. Il est généralement admis que la raison principale du défaut de fertilité du sperme congelé est la baisse du pouvoir fécondant des spermatozoïdes, leur déplacement plus laborieux dans le conduit vaginal et leur perte dans le col de l'utérus. Le résultat est une baisse nette du nombre de spermatozoïdes viables atteignant le site de fécondation.

Des études préliminaires (57) ont montré que le taux d'agnelage après insémination artificielle au moyen de sperme congelé et décongelé était environ la moitié de celui obtenu avec du sperme frais. La mortalité embryonnaire pendant les deux premières semaines de gestation était de 33 % pour les brebis recevant du sperme congelé et de 6 % pour celles recevant du sperme frais. Les premiers essais visaient à améliorer le taux de fertilité pour permettre d'utiliser du sperme congelé et décongelé: modification du moment de l'insémination, ajout de prostaglandines au sperme, accroissement du nombre de spermatozoïdes ou traitement des brebis à l'17β-estradiol avant l'insémination (72), n'ont pas produit les résultats escomptés.

Plus récemment, on a déterminé que la collecte du sperme destiné à la congélation doit se faire en période de raccourcissement des jours lorsque l'aptitude à la congélation est élevée et qu'il y a peu de spermatozoïdes anormaux (119). Des études détaillées des facteurs influençant la survie des spermatozoïdes pendant la congélation, la composition des dilueurs, les taux de congélation et de décongélation et leurs interactions (75,94,133,134,169, 170) ont permis d'élaborer des méthodes qui augmentent significativement la survie et la capacité de fécondation du sperme de bélier congelé et décongelé (annexe B).

2.3.4 Effets de la durée d'éclairement sur les fonctions testiculaires et la qualité du sperme

Les fonctions testiculaires et la qualité du sperme ont été évaluées sur des béliers exposés à un régime d'éclairement artificiel de 8 h de lumière par jour pendant quatre mois, en alternance avec 1, 2 ou 4 mois de jours longs (16 h d'éclairement), ou à un régime continu de jours courts (164,165,166). La taille des testicules, la qualité du sperme et la concentration des hormones du sang (LH, FSH, prolactine et testostérone) manifestaient des pics et des creux cycliques selon le nombre de mois de jours courts et de jours longs, fournis dans le régime d'éclairement répétitif. Chez les béliers en régime continu de jours courts, il n'y avait que peu de variation de la taille des testicules et de la concentration des hormones, et la qualité du sperme demeurait élevée. Ces études laissent donc entrevoir la possibilité de produire du sperme de qualité toute l'année en gardant les béliers en régime continu de jours courts.

2.3.5 Passage des spermatozoïdes dans le col utérin

La capacité des spermatozoïdes de pénétrer le mucus cervical et de conserver leur viabilité est particulièrement importante chez les ovins, car les replis du col ne permettent pas à l'inséminateur de déposer le sperme directement dans l'utérus. Le sperme est habituellement choisi en fonction de la motilité des spermatozoïdes, même si ce facteur n'a pas été étroitement lié à la fertilité. L'examen des facteurs modifiant la pénétration du mucus cervical par les spermatozoïdes a abouti à l'élaboration d'une épreuve biologique in vitro (figure 8) basée sur la pénétration de mucus cervical congelé et décongelé de bovins par des spermatozoïdes frais de béliers (147). La méthode consiste à mesurer la distance parcourue en 20 min par les spermatozoïdes de tête, laquelle est désignée distance de pénétration des spermatozoïdes (DPS). Cette méthode sert à l'évaluation des facteurs influençant le mouvement des spermatozoïdes dans le mucus cervical et pourrait servir à créer une méthode d'évaluation plus objective de la capacité potentielle de fécondation du sperme de bélier.

2.4 RECHERCHES FUTURES

La sélection répétée sur la production du maigre dans la lignée synthétique paternelle et sur la production accrue d'agneaux dans les deux lignées synthétiques maternelles, ainsi que l'entretien des témoins non sélectionnés se poursuivra jusqu'à ce qu'on ait recueilli assez de données pour évaluer les tendances génétiques, réponses tant directes que corrélées à la sélection. Afin d'accroître la pression de sélection, on continuera d'entretenir deux troupeaux, et on conservera comme pratiques courantes un intervalle de mise à la reproduction de huit mois, des régimes d'éclairement artificiels, la synchronisation de l'oestrus et l'élevage artificiel.

L'étape des croisements a débuté en octobre 1985 afin d'évaluer les potentialités des lignées synthétiques. On aura recours à des croisements réciproques des lignées synthétiques maternelles de brebis. La race Finnoise servira de base de comparaison de la productivité des croisements des lignées synthétiques. Les brebis issues de ces croisements accouplées à des béliers

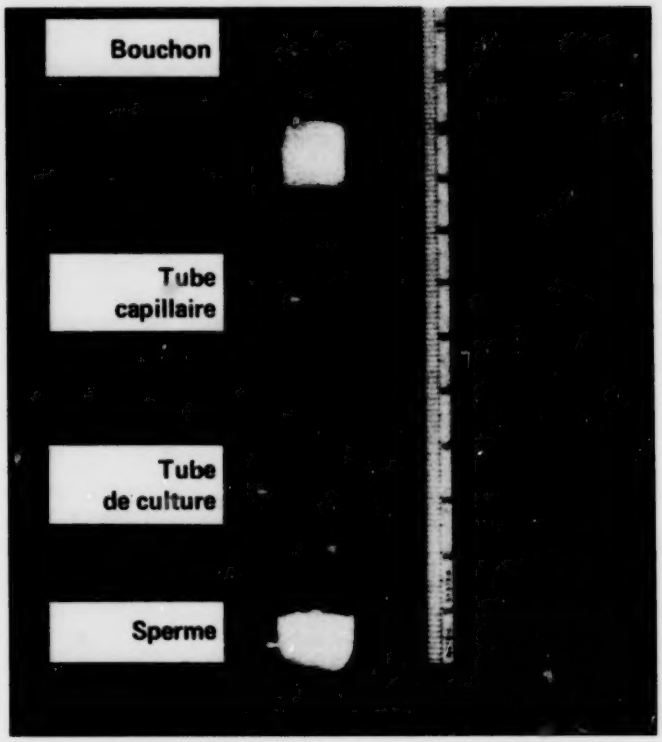


Figure 8. Dispositif permettant d'étudier la pénétration des spermatozoïdes du bélier dans le mucus cervical de bovins (extrait de la référence 147).

Suffolk et de la lignée 1 CRZ afin de produire des croisements à double étage spécifiques. Afin d'évaluer la vigueur hybride (supériorité des croisements sur les sujets en race pure), on comparera la productivité de ces croisements à celle de la lignée 1 CRZ et de la Suffolk. On évaluera aussi la composition corporelle, la qualité de la carcasse et les facteurs organoleptiques. Il n'y aura pas de sélection pendant la phase d'évaluation des croisements, mais des agneaux de remplacement seront choisis au hasard. On n'aura recours à l'élimination génétique que pour maintenir un troupeau sain exempt de malformations. Ces croisements se font en milieu d'élevage normal. Les brebis sont accouplées une fois l'an en novembre, après synchronisation de l'oestrus au moyen d'une éponge imprégnée de FGA.

Des études complémentaires pour évaluer les potentialités de production des lignées 1 et 2 du CRZ ont été entreprises en collaboration avec l'Université du Manitoba. Les brebis de croisement lignée 2 CRZ x Suffolk

sont utilisées pour évaluer les races parentales sur la productivité des agneaux et des brebis. Des béliers lignée 1 CRZ et Hampshire seront évalués en tant que béliers terminaux de chair pour les brebis des troupeaux utilisateurs. Les brebis sont mises à la reproduction selon un programme accéléré à intervalles de 8 mois après synchronisation de l'oestrus par éponges vaginales. L'emploi du PMSG est limité aux accouplements exécutés pendant l'anoestrus saisonnier.

Les populations sélectionnées témoins du CRZ servent à accumuler pendant plusieurs générations des données sur les mensurations de viande maigre faites en vif (ultrasonique) et en carcasse, ainsi que sur la composition chimique et sur l'évaluation organoleptique de la viande, afin de déterminer les paramètres génétiques et phénotypiques du rendement en maigre. Des études seront entreprises sur des agnelles et des brebis adultes afin de contrôler l'âge à la puberté et le taux d'ovulation lors d'accouplements successifs après la synchronisation de l'oestrus, afin d'évaluer l'importance de ces facteurs comme critères de sélection pour les performances de reproduction.

L'élevage artificiel des agneaux et la distribution de régimes alimentaires à haute teneur en énergie visent à maximiser le taux de croissance représentent des coûts importants de l'élevage intensif des moutons. Dans le domaine de la nutrition, on continuera à chercher les moyens d'abaisser ces coûts élevés sans pour autant compromettre le taux de croissance. Si la détection précise du nombre de foetus en début de gestation par sondage ultrasonique en temps réel s'avère efficace, on entreprendra d'autres études sur les besoins énergétiques et protéiques des femelles portant plus d'un foetus.

Des observations du comportement des agneaux à la tétée se sont concrétisées par la conception et par l'évaluation de systèmes d'alimentation artificielle mieux adaptés au réflexe naturel de tétée de l'agneau. Ces études pourraient aboutir à l'introduction de méthodes qui réduiraient le travail et le temps nécessaire pour apprendre aux agneaux à se nourrir d'eux-mêmes en régime d'élevage artificiel et l'incidence des problèmes de comportement liés à l'allaitement.

La recherche dans le domaine de la physiologie de la reproduction demeurera axée sur l'élaboration et l'évaluation de meilleures stratégies de reproduction et de gestion destinées à accroître le rendement et l'efficacité des systèmes de production intensive de l'agneau. Des études ont été entreprises pour évaluer les effets de différents facteurs sur le déclenchement de la puberté ainsi que sur la fertilité des agnelles et le retour du cycle ovarien après l'agnelage. On poursuivra aussi les travaux sur l'utilisation du régime d'éclairement dans le contrôle des fonctions testiculaires, sur les facteurs influençant le mouvement des spermatozoïdes dans le mucus cervical et l'amélioration des méthodes de protection et de conservation à long terme du pouvoir de fécondation des spermatozoïdes du bélier. Les résultats de ces études devraient permettre d'alléger ou d'éliminer les contraintes saisonnières imposées à la reproduction, de recueillir du sperme de haute qualité toute l'année et d'accroître l'efficacité des programmes d'insémination artificielle.

3. SYSTÈME EXPÉRIMENTAL DE PRODUCTION D'AGNEAUX

Depuis 1974, les animaux et le matériel génétique du troupeau de recherche ont été répartis également en deux groupes. Chaque troupeau suit un intervalle d'agnelage de 8 mois. Les deux troupeaux sont mis à la lutte alternativement en janvier, mai et septembre, afin d'obtenir un agnelage tous les 4 mois (figure 9). Entre les accouplements, les deux troupeaux sont soumis à un régime d'éclairement artificiel de 16 h pendant 4 mois, suivi d'un régime de 9 h pendant 4 autres mois. Chaque troupeau est mis à la lutte à la fin du cycle de jours courts. Au total, le troupeau de recherche comprend 1440 brebis et 270 béliers, en plus de 1000-2000 agneaux, selon le temps de l'année.

Le système de production a été modifié au rythme des progrès de la recherche, de l'expérience pratique et des innovations dans le domaine de la gestion. L'accent a surtout été mis sur l'élaboration et la mise en application de méthodes permettant d'accroître la productivité, d'abaisser les coûts ou d'augmenter l'efficience. Le système décrit ici est celui actuellement en usage, mais des modifications y seront apportées au fur et à mesure des nouvelles découvertes.

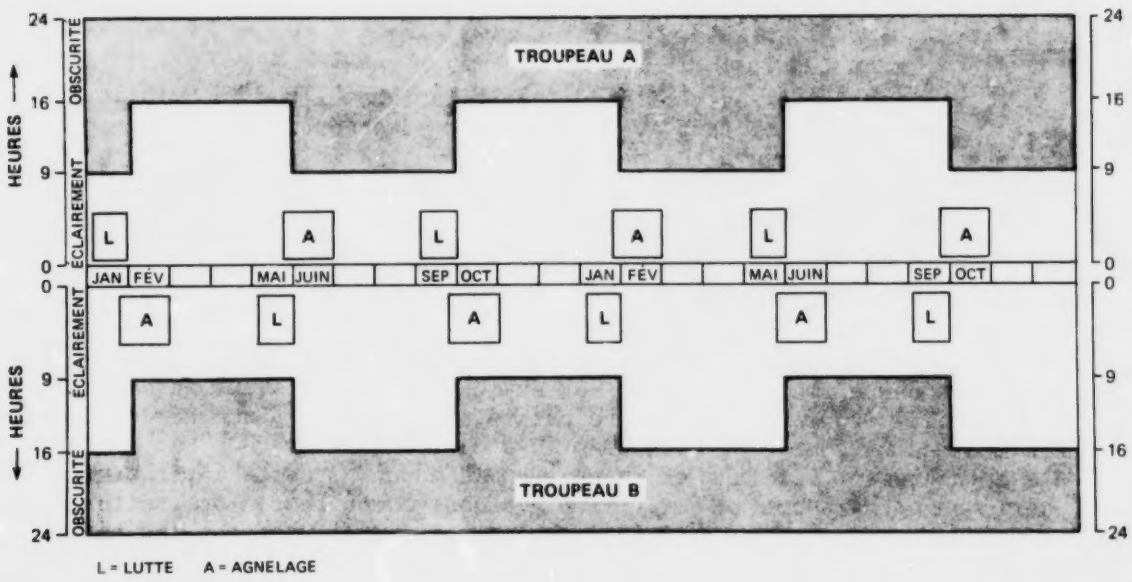


Figure 9. Cycle d'agnelage accéléré dans deux troupeaux pour la production expérimentale d'agneaux. L=lutte; A=agnelage.

3.1 INSTALLATIONS

Les installations de la ferme de recherche du CRZ permettent d'entreprendre des travaux et des études fondamentales connexes sur un système de production d'agneaux en élevage intensif (88). Les techniques et les matériaux de construction utilisés peuvent être copiés et adaptés par le secteur agricole canadien à un coût raisonnable.

Le troupeau expérimental de production est logé dans trois bergeries isolées à un étage et sans fenêtres. Les bergeries ont été conçues comme un ensemble intégré (figure 10). La grande bergerie pour moutons adultes (figure 11) loge 1440 brebis et 270 béliers. La bergerie à alimentation liquide (figure 12) et la bergerie de croissance (figure 13) contiennent chacune 1600 agneaux. L'éclairage à incandescence est réglé par une minuterie permettant de modifier les phases de lumière et d'obscurité. Les zones d'élevage sont pourvus de sols en métal déployé surplombant des fosses à lisier. Chaque enclos possède un abreuvoir automatique. La taille des enclos peut s'ajuster selon le nombre d'animaux à loger. Les aliments passent du complexe central de stockage à un système de distribution automatique (figure 14).

Une bergerie distincte est utilisée pour la recherche fondamentale (figure 15). Elle contient une aire de 128 enclos à cloisons mobiles, de sorte que les moutons peuvent être nourris individuellement ou en groupes selon le cas. Une deuxième aire est réservée aux essais de digestibilité et de métabolisme. La troisième aire comporte plusieurs pièces, chacune équipée de minuteries, de contrôle thermostatique du chauffage et de climatisation. Six de ces pièces à ambiance contrôlée peuvent recevoir chacune jusqu'à quatre animaux adultes et cinq pièces plus grandes en contiendront jusqu'à 15. La bergerie comprend aussi des aires bien équipées pour les services d'entretien nécessaires à la réalisation des diverses études fondamentales.

Il y a aussi deux bergeries de type classique, l'une en bois et l'autre en métal, chacune communiquant avec des enclos extérieurs et un pâturage. Ils peuvent contenir jusqu'à 400 animaux et servent à la recherche de production en régime classique d'élevage, p. ex., croisements et évaluation du comportement des lignées synthétiques (voir page 26).

3.2 CONDUITE DU TROUPEAU

Les deux troupeaux ont été élevés avec succès dès leur naissance dans des installations à ambiance contrôlée, et ce, pendant plusieurs générations, et n'ont ni été exposés à la lumière naturelle ni mis au pâturage depuis 1974. Les moutons se sont très bien adaptés à ce type d'élevage. Les prédateurs ont été complètement éliminés et on ne signale aucun parasite interne ni externe, piétin ou ecthyma contagieux. Il n'y a donc aucun besoin de traiter les animaux par bains ou par médicaments, ce qui réduit d'autant les coûts d'exploitation.

3.2.1 Troupeau de reproduction

L'alimentation des moutons adultes a toujours fait grand usage des fourrages grossiers. Le programme est souple et est modifié en fonction des

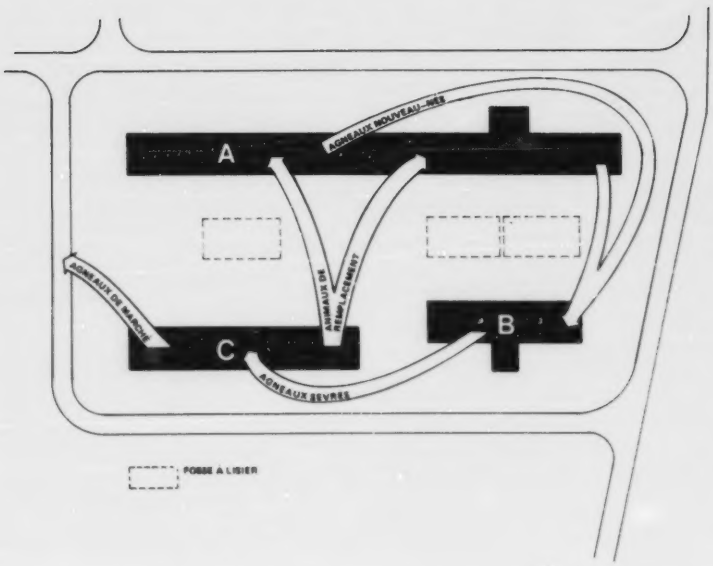


Figure 10. Schéma de circulation - troupeau de production expérimental. (A) Bergerie des adultes; (B) bergerie d'alimentation liquide; (C) bergerie de croissance.

Figure 11. Vue intérieure d'une bergerie pour adulte.

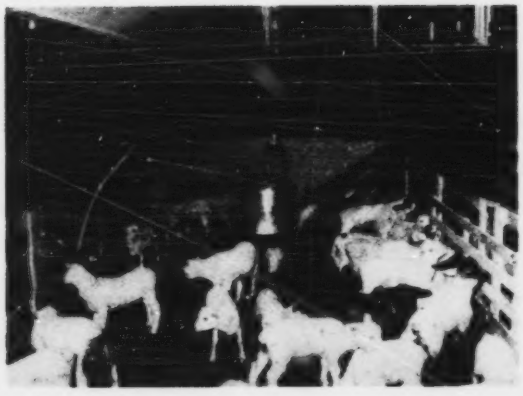


Figure 12. Case à agneaux dans la bergerie d'alimentation liquide.

Figure 13. Vue intérieure de la bergerie de croissance.

Figure 14. Distribution d'aliments. (A) Les chariots mélangeurs amènent les aliments au circuit convoyeur (B) qui les distribue aux moutons.

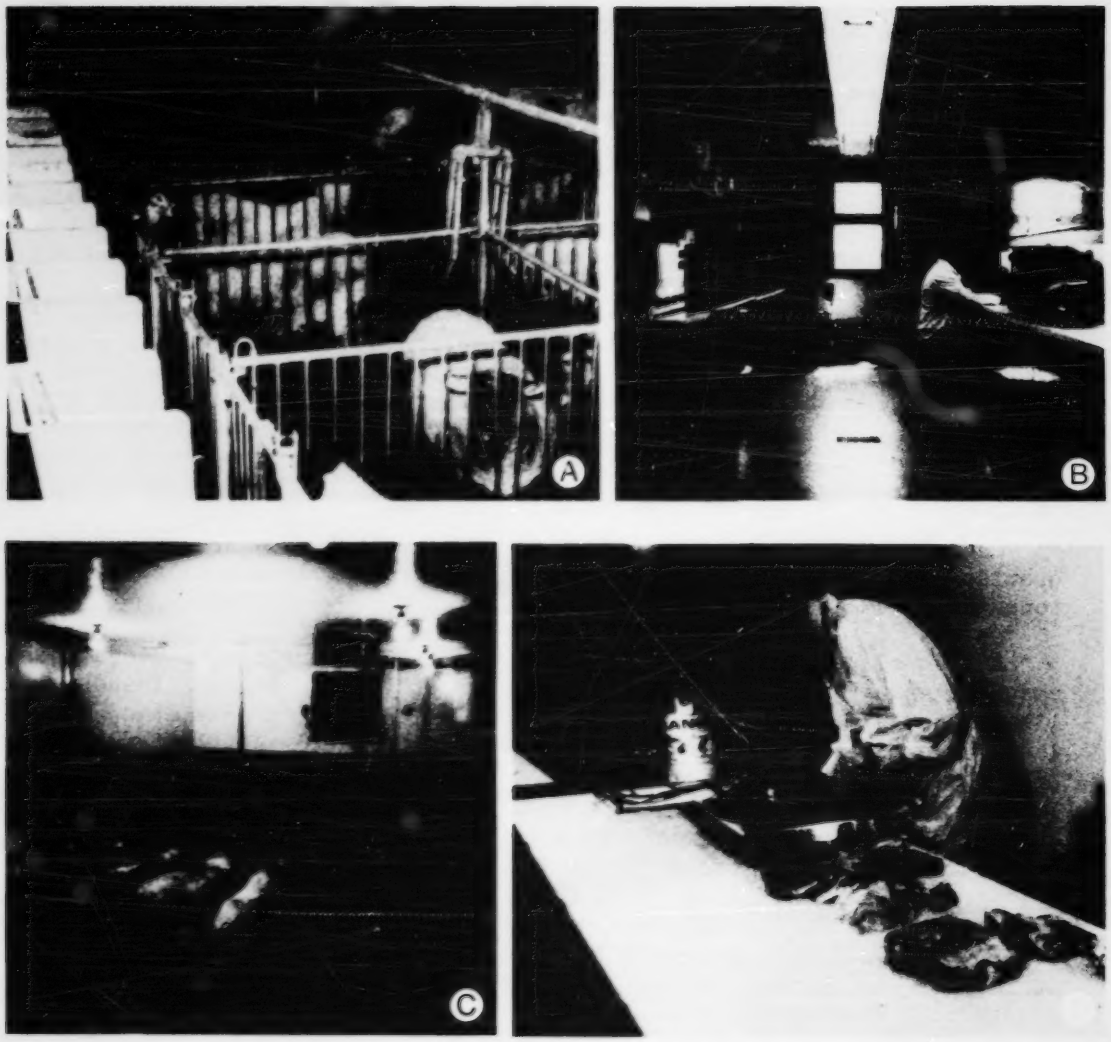


Figure 15. Installations types pour la recherche fondamentale. (A) Cases pour l'alimentation individuelle; (B) conditionnement du sperme; (C) salle à ambiance contrôlée; (D) évaluation des carcasses.

résultats des recherches, de l'expérience pratique ou des aliments disponibles au central de stockage de la ferme de recherche. Actuellement, entre les périodes de reproduction et au début de la gestation, les brebis reçoivent un régime alimentaire entièrement composé de fourrages grossiers: 20 % de foin, 75 % d'ensilage de luzerne (fané au champ et conservé naturellement ou en coupe directe et conservé à l'acide formique) et 5 % de céréales porteuses de vitamines et de minéraux. On augmente le pourcentage de céréales à 18 lors de la période d'alimentation intensive (flushing) et 4-5 semaines avant l'agnelage. Si l'état des brebis pendant la gestation le justifie, on peut augmenter le pourcentage de grains jusqu'à 30 pendant environ 2 semaines avant l'agnelage.

L'oestrus et l'ovulation sont synchronisés par un traitement aux éponges imprégnées de FGA pendant 14 jours et complété par des injections intramusculaires de 250 UI de PMSG au moment du retrait de l'éponge. Les brebis synchronisées sont saillies soit en monte naturelle ou par insémination artificielle (IA) 55 h après le retrait de l'éponge. Les béliers sont présentés aux brebis au plus tard 24 h après le retrait de l'éponge et demeurent avec elles pendant 23 jours, afin de permettre aux brebis qui n'ont pas été fécondées lors de l'oestrus synchronisé de s'accoupler de nouveau lors de l'oestrus suivant.

Le diagnostic de gravidité (annexe C) permet de séparer les brebis gravides et de les nourrir en fonction de leurs besoins. Chaque troupeau est tondu 8-10 semaines avant l'agnelage.

À l'agnelage, on fixe des étiquettes d'oreille portant la généalogie de chaque agneau. On y inscrit aussi la date et l'heure de la naissance, la lignée, le sexe, le poids à la naissance, l'identité du père et de la mère, les problèmes survenus à l'agnelage et les difficultés d'allaitement. La brebis et ses petits sont ensuite placés dans un parquet provisoire de 1,2 x 1,2 m entouré d'une barrière de bois (figure 16A) où les agneaux ne restent que le temps d'ingérer du colostrum. Lorsque la brebis n'en produit pas assez ou que les agneaux sont chétifs, on les transfère dans une éleveuse paillée et à l'abri des courants d'air, munie de lampes chauffantes où ils peuvent recevoir une attention spéciale (figure 16B). Les agneaux reçoivent alors, au biberon, du colostrum de vache congelé que l'on a réchauffé à la température du corps. Une ou deux fois par jour, tous les agneaux de plus de 6 h sont transportés dans la bergerie à alimentation liquide.

3.2.2 Élevage des agneaux

Dans la bergerie à alimentation liquide, les agneaux sont d'abord placés dans des enclos "de démarrage" où on leur apprend à boire à même un nourrisseur à tétines (figure 17). Ces enclos comportent des planches de contre-plaqué recouvertes d'environ 2-4 cm de copeaux de bois, et couvrant environ deux tiers du sol de treillis, à l'extrémité opposée du nourrisseur à tétines. En général, l'apprentissage des agneaux prend de 1-2 jours, mais on les garde dans les enclos "de démarrage" pendant au moins 3 jours, pour plus de sécurité. Les agneaux sont ensuite groupés selon leur taille et placés dans des enclos ordinaires sans litière. Après cinq jours, on ampute la queue des agneaux à l'aide de pinces burdizzo et d'un couteau, et on leur administre

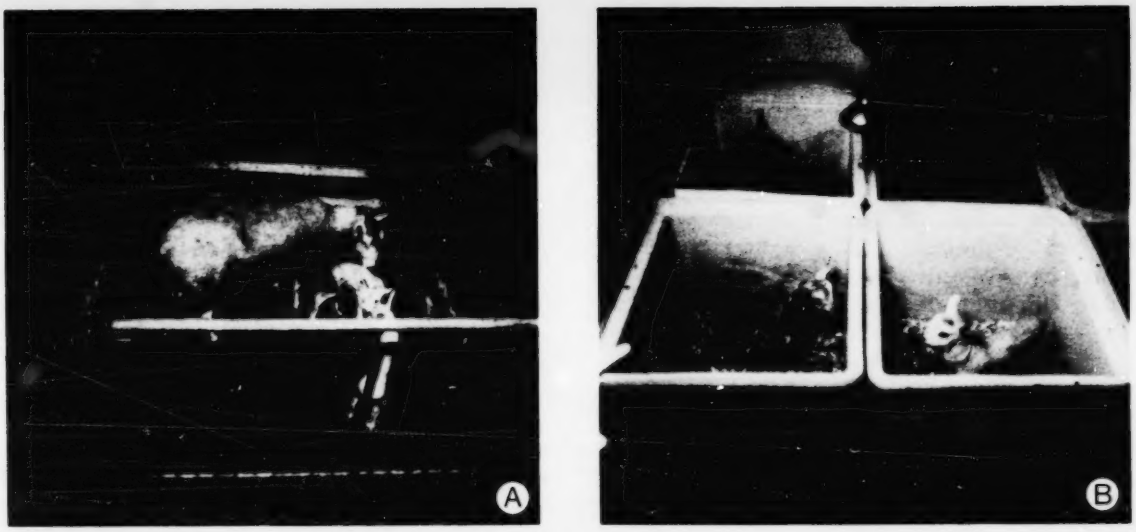


Figure 16. (A) Brebis et agneaux nouveau-nés dans une enceinte temporaire: (B) couveuse pour agneaux réclamant des soins particuliers.

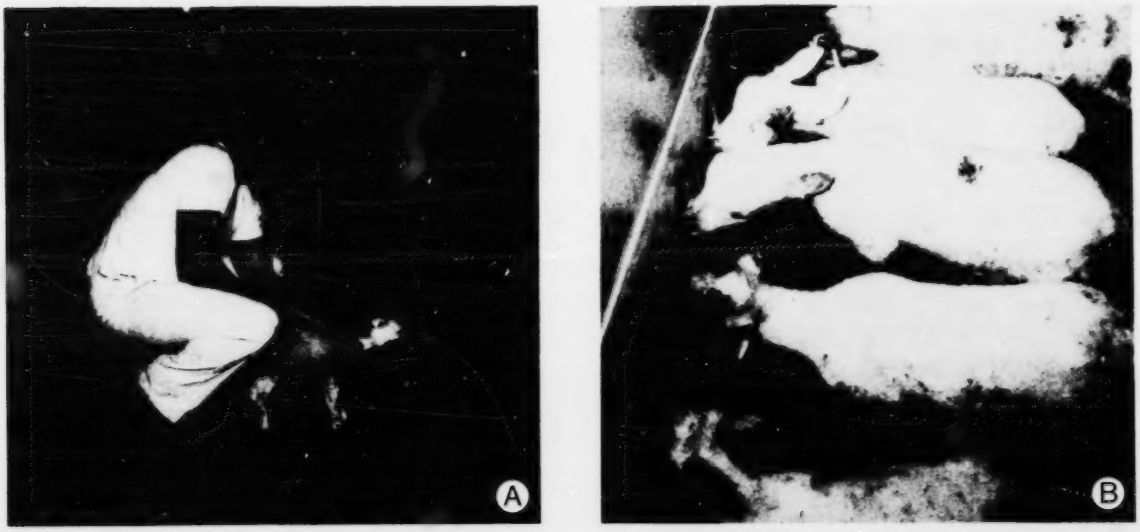


Figure 17. (A) Entraînement des agneaux à l'allaitement par une rampe à tétines; (B) agneaux tétant à la rampe.

300 000 unités de pénicilline à action prolongée[1] afin de réduire les risques d'infection. On a aménagé un endroit comprenant des incubateurs individuels et une aire de récupération où les agneaux qui ont des problèmes de santé ou des malformations, qui sont trop petits pour rejoindre les tétines ou encore qui boivent et tètent lentement, peuvent recevoir des soins spéciaux.

Un aliment d'allaitement pour agneau reconstitué, contenant en sec 24 % de gras et 24 % de protéines (tableau 5), est distribué à satiété par un système de canalisation. Chaque parquet contient 12 tétines pouvant nourrir jusqu'à 50 agneaux. Il y a toujours de l'eau en abondance, et un aliment complémentaire appétent ainsi que du foin de luzerne de bonne qualité sont offerts dès la naissance afin d'encourager les agneaux à consommer très tôt de la nourriture solide. À 21 jours, pour autant qu'ils aient un poids d'au moins 6 kg, les agneaux passent sans transition de l'alimentation liquide à l'alimentation solide. Les agneaux plus petits continuent à recevoir un aliment d'allaitement pendant au plus 2 semaines afin d'augmenter leurs chances de succès. Le poids moyen au sevrage est de 10-12 kg.

Après le sevrage, les agneaux reçoivent à volonté un régime à haute teneur en énergie contenant environ 90 % de céréales, 8 % de foin additionné de vitamines et de minéraux et de l'ensilage de luzerne à volonté. À 35 jours, les agneaux sont transférés de la bergerie à alimentation liquide à celle de croissance. On offre le régime post-sevrage et la luzerne à volonté jusqu'à la pesée de fin d'épreuve à 91 jours. Les gains quotidiens de la naissance à 91 jours sont en moyenne de 275-300 g et les poids vifs en fin d'épreuve, de 28-32 kg.

Après 91 jours, les agneaux reçoivent un aliment complet moins riche en énergie, afin de favoriser la croissance rapide nécessaire à l'accouplement vers 6,5-7,5 mois, sans toutefois les engraisser de façon excessive (tableau 6). Les agneaux demeurent dans la bergerie de croissance jusqu'à ce qu'ils soient choisis comme sujets de relève ou vendus comme animal excédentaire. La bergerie à alimentation liquide et la bergerie de croissance sont nettoyées, désinfectées et fumigées complètement entre chaque bande d'agneaux.

Dans la bergerie à alimentation liquide, les lumières sont allumées 24 h par jour. Dans la bergerie de croissance, le régime d'éclairement est de 16 h jusqu'à ce que les agneaux atteignent 91 jours, et de 9 h par la suite. Les sujets de remplacement sont transportés dans la bergerie des adultes vers 6,5-7,5 mois. Les agnelles sont alors exposées au même régime d'éclairement que les brebis adultes déjà en place. Les jeunes béliers sont exposés à un éclairement journalier de 16 h pendant environ un mois après leur arrivée dans le troupeau de reproduction. Ils sont ensuite exposés à un régime de 9 h pendant 7-8 mois. Les béliers sont utilisés pour la lutte deux fois, soit entre 10,5 et 11,5 mois et 4 mois plus tard.

---

[1]Pendure Neat®, Armitage Carroll Ltée., London (Ontario).

Tableau 5. Composition de l'aliment d'allaitement pour agneau

Composant	%
Lait écrémé	55,0
Babeurre	19,0
Huile de coprah	11,8
Suif	10,8
Dextrose	1,4
Lécithine et émulsifiant	1,3
Prémélange minéral vitaminisé[a]	0,7

[a]Un kilogramme d'aliment d'allaitement contient: 33 000 UI de vitamine A: 5500 UI de vitamine D_3: 25 UI de vitamine E: 5,5 mg de thiamine: 11 mg de riboflavine: 11 mg de niacine: 11 mg de pantothénate de calcium: 110 mg de choline: 83 mg d'acide ascorbique: 0,016 mg de vitamine B_{12}: 2,5 g de sel: 1,25 g d'oxyde de magnésium: 1,5 mg d'iodate de calcium: 2,0 mg de cuivre (sulfate): 62,6 mg de fer (carbonate): 65,0 mg de manganèse (sulfate): 3,75 mg de zinc (sulfate): 1,25 mg de cobalt (sulfate): 0,3 mg de sélénium (sélénite de sodium).

Tableau 6. Régimes alimentaires de croissance administrés après l'âge de 91 jours

Composition	Âge (jours)	
	91-140 %	après 140 %
Grain	70	30
Ensilage de maïs	20	--
Ensilage de luzerne	--	60
Foin haché	10	10

3.3 PRODUCTIVITÉ DU TROUPEAU EXPÉRIMENTAL DE PRODUCTION

Le taux de fertilité des brebis adultes des lignées synthétiques 2 et 3 du CRZ est de 80-85 % et la taille de leur portée, de 2,5-2,6. La lignée synthétique maternelle (lignée 1) donne un taux de fertilité de 70-75 % et des portées de 1,8-2,3. Le taux de fertilité et prolificité des brebis fécondées entre 6,5 et 7,5 mois est de 50-60 % des valeurs obtenues pour les brebis adultes. Cela représente un gain d'environ 15 % par rapport à 1979. Quant au gain quotidien moyen de la naissance à 91 jours (275-300 g) et au poids vif en fin d'épreuve (28-32 kg), ils ont progressé de plus de 20 % depuis cette même époque. On n'a pas encore déterminé quelle proportion de cette hausse était due à un gain génétique, et laquelle résultait d'une amélioration du milieu, surtout que le troupeau est élevé en conditions sanitairement protégées (EOPS) depuis 1980.

Dans le système d'élevage d'agneaux du CRZ, le taux de mortalité actuel (morts-nés ou morts très tôt avant leur admission dans la bergerie à alimentation liquide) est d'environ 10 %. Pendant l'étape d'élevage artificiel, le taux de mortalité est d'environ 4 % et il est de 3 % après le sevrage. Ces chiffres représentent une baisse générale du taux de mortalité d'environ 5 % depuis 1979, baisse qui s'explique principalement par le fait que le troupeau est élevé en conditions EOPS.

D'après les chiffres précités, la productivité actuelle des lignées de brebis adultes a été évaluée à environ deux agneaux par brebis mise à la reproduction. Comme l'intervalle d'agnelage est de 8 mois, la productivité annuelle est d'environ trois agneaux par brebis accouplée. Cette valeur représente sans doute une estimation prudente du taux de fertilité qui pourrait être obtenu sur les bonnes exploitations commerciales, car le troupeau du CRZ est soumis à un certain nombre de contraintes imposées par la recherche. Cela montre malgré tout qu'il est possible d'améliorer sensiblement la productivité des ovins par l'élevage intensif et l'utilisation de nouvelles techniques et stratégies de gestion.

3.4 HYGIÈNE DU TROUPEAU

Le vétérinaire responsable met sur pied et surveille le programme général d'hygiène du troupeau. À l'heure actuelle, le programme de prévention général ne comprend que la vaccination contre les infections à Clostridium[1]. Les brebis gravides sont vaccinées environ 6 semaines avant l'agnelage et les agneaux reçoivent des doses de rappel à 49 et 91 jours. On n'a pas besoin de prendre d'autres mesures de prévention car le troupeau est exempt de parasites internes et externes ainsi que du piétin. De plus, on n'ajoute pas systématiquement d'antibiotiques, de sulfamides, de composés arsenicaux ou d'autres additifs aux aliments des agneaux. La viande d'agneau produite en système d'élevage intensif ne contient donc aucun résidus d'additifs alimentaires, lesquels sont en voie de devenir une source d'inquiétude parmi le public.

---

[1]Covexin 8®, Burroughs Welcome Inc., Kirkland (Québec).

En 1978, après 9-10 années d'exploitation continue des bergeries d'ovins adultes, on observait une haute fréquence de Maedi-Visna (ou, comme on l'appelle couramment en Amérique du Nord, de pneumonie progressive chronique) dans le troupeau de recherche. On observait aussi une hausse graduelle des décès dus aux pneumonies et à d'autres infections respiratoires. Cette situation correspondait à celle des secteurs de la volaille et du porc à la suite de l'intensification de l'élevage. En 1980, on décidait de mettre sur pied un troupeau sanitairement protégé (EOPS). Les bergeries ont été vidées et entièrement nettoyées et désinfectées; on a de plus effectué certaines rénovations. Les bergeries ont ensuite été repeuplées seulement avec des agneaux obtenus par hystérotomie (81).

On a surveillé un troupeau pour la présence de Maedi-Visna, au moyen d'épreuves sérologiques effectuées auprès d'un échantillon annuel au hasard de brebis obtenues par hystérotomie et de leur descendance de première et de deuxième générations. Dans plus de 300 échantillons prélevés chaque année pendant 3 ans, y compris plus de 200 brebis âgées de 5 ans pour l'épreuve finale, on n'a décelé aucun sujet réagissant à l'épreuve du Maedi-Visna. De plus, on a pratiquement éliminé la pneumonie comme cause de décès. Ces découvertes indiquent que l'hystérotomie est efficace pour éliminer des maladies spécifiques. Le troupeau se trouve donc protégé par un système partiel de barrières. Quiconque pénètre dans les lieux doit passer par les douches et doit porter, dans les étables, les vêtements fournis par le CRZ. De plus, on vaporise tout l'équipement avec un désinfectant ou on le désinfecte par fumigation avant son entrée sur les lieux.

3.5 MANIPULATION INFORMATIQUES DES DONNÉES

Le programme de production ovine du CRZ génère une quantité considérable de données. Cela nécessite un système informatisé efficace d'emmagasinage, de révision et de manutention d'un volume important d'information pour gérer le troupeau et inscrire les données de recherches qui serviront au résumé et à l'analyse subséquents. Créé en 1977 (39), le système d'informatique sur les moutons (SHIPS) s'appuie sur un modèle informatisé de "gestion de base de données"[1] et traite actuellement plus de 200 000 entrées informatisées par année.

Le SHIPS s'occupe de dresser un bilan complet de tous les moutons. Des listes séparées sont dressées pour chaque animal, précisant son emplacement (enclose et bâtiment). Ces listes sont mises à jour chaque mois et plus souvent s'il le faut, par exemple lors de la mise à la lutte, de l'agnelage et de la mise au marché. En outre, on dresse des listes informatisées pour diverses activités: les brebis à accoupler, les lots à accoupler, les béliers destinés à un accouplement particulier, les brebis sur le point d'agneler et les agneaux à peser.

---

[1]Système 2000, MRI Systems (Canada) Ltée., Ottawa (Ontario).

On inscrit directement sur les listes informatisées les données relatives à chaque activité: changements d'effectif, pesée des agneaux et dates de synchronisation. Les inscriptions sont par la suite traduites en langage informatique, révisées et mises en mémoire dans le SHIPS.

On peut avoir facilement accès aux listes informatisées d'un lot particulier de données, organisées selon l'agencement désiré (par exemple par traitement) grâce à un langage de programmation simple System 2000. On simplifie ainsi l'exécution du résumé provisoire et l'évaluation des données. Une programmation plus sophistiquée permet d'avoir accés à des listes particulières de données pour des fins spéciales, par exemple analyse statistique, calcul des indices de sélection, composition des races et intervalle entre les générations.

L'utilisation du système de "gestion de base de données" ouvre un accès simple, rapide et souple à une vaste quantité de données emmagasinées. Plus de 375 éléments d'information sont disponibles pour chaque mouton couvrant tous les aspects, de la naissance à l'élimination de l'animal.

4. UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE ET DES STRATÉGIES DE GESTION POUR ACCROÎTRE L'EFFICIENCE ET LE RENDEMENT DES SYSTÈMES DE PRODUCTION D'AGNEAUX

Le système expérimental de production ovine du CRZ a montré qu'il était possible d'accroître considérablement le rendement et l'efficience, par l'intensification et par une intégration soigneuse des technologies et des méthodes de gestion actuelles. Le chapitre 4 fait le point sur les progrès technologiques et les innovations en matière de gestion dont disposent les producteurs. On évalue l'importance relative et la contribution des divers éléments qui entrent en ligne de compte dans l'amélioration de l'efficience et du rendement d'un système de production. On y aborde aussi les aspects économiques d'une production ovine plus intensive, les exigences conditionnant l'utilisation efficace de la technologie disponible et le potentiel de développement d'une gestion rentable au sein de l'industrie canadienne du mouton.

4.1 MAÎTRISE DE L'AMBIANCE

À mesure que les systèmes de production ovine passent de l'élevage en parcours à une gestion plus intensive, une proportion plus grande du cycle de production se déroule à l'intérieur. Si un meilleur contrôle de l'ambiance entraîne des mises de fonds plus élevées, en revanche il permet de mieux gérer les ressources disponibles et d'obtenir une meilleure production par l'application de technologies et stratégies de gestion nouvelles. Il semble que le secteur du mouton verra une application de plus en plus importante de la maîtrise de l'environnement, à mesure qu'il s'efforce de rentabiliser ses opérations et de devenir plus concurrentiel avec les autres systèmes agricoles d'élevage.

Au Canada, où la production ovine peut être rentable dans les terres arables, il faut néanmoins fournir logement et affourragement pendant les mois d'hiver. Pour quelques dollars supplémentaires il est possible de garder les moutons tout au long de l'année à l'intérieur. Plusieurs avantages économiques aident à compenser ces dépenses. Les pertes causées par les prédateurs, le besoin de clôtures dispendieuses, les parasites internes et externes et le piétin peuvent être éliminés. La rentabilité de la récolte mécanique du fourrage est de 80-90 %, comparativement à environ 60 % dans des conditions idéales de pâture. De plus, comme les fourrages sont récoltés au stade optimal, la conservation permet de compter sur un approvisionnement régulier d'aliments de haute qualité.

La gestion de la main-d'oeuvre n'a jamais été un facteur important dans les systèmes classiques d'élevage extensif. Toutefois, l'intensification et le recours au contrôle de l'ambiance permettent au producteur d'utiliser de façon plus efficace la main-d'oeuvre disponible, en particulier au moment de l'agnelage, alors qu'il est important d'avoir sur les lieux une main-d'oeuvre spécialisée. En outre, la maîtrise de l'environnement permet la mécanisation

d'au moins deux activités exigeantes en main-d'oeuvre. La préparation et la distribution des aliments peuvent être mécanisées dans une certaine proportion de même que la manutention du fumier. Bien qu'il y ait eu peu de recherches appliquées directement à la mécanisation de la manutention du fumier de mouton, les expériences faites à la ferme de recherche du CRZ ont montré que ce fumier peut être traité selon un système de lisier avec l'équipement ordinaire. Toutefois, le fumier de mouton doit être plus dilué que le fumier de bovin avant le pompage.

L'élevage du mouton en environnement contrôlé réduit l'activité physique dont les animaux ont besoin pour s'alimenter et il réduit directement leurs besoins énergétiques d'entretien. Des études documentées à ce sujet indiquent qu'il est possible de réduire les besoins d'entretien d'environ 40 % ou plus chez les animaux gardés en milieu contrôlé. C'est un facteur économique de taille puisque l'alimentation des brebis représente le poste de dépense le plus élevé de la production d'agneaux. On peut réaliser des gains semblables de rentabilité en nourrissant les agneaux en croissance en environnement contrôlé, car on élimine ou du moins on diminue considérablement le stress causé par l'environnement qui affecte négativement le taux et l'efficacité de la croissance. La maîtrise de l'ambiance permet également d'imposer divers niveaux de contrôle sur la reproduction.

4.2 CHOIX DES RACES

Une maturité sexuelle précoce et des niveaux fréquents et élevés de reproduction sont essentiels au succès d'une production d'agneaux intensive. Seul un rendement élevé d'agneaux permet de récupérer le surcroît d'investissements requis par de tels systèmes de production. La concordance du type de race et du système d'élevage constitue un aspect important des systèmes de gestion intensive du mouton. L'utilisation de races prolifiques n'est avantageuse que si le producteur peut exploiter cette productivité accrue.

La combinaison judicieuse des races en vue d'établir des objectifs de performance particuliers offre les meilleures possibilités d'accroître l'efficacité de reproduction. Cela suppose la mise en place de programmes de croisement ou de sélection ou l'utilisation des lignées qui en sont issues. En outre en se servant de races très prolifiques comme la Finnoise[1] ou la Romanov[2] croisées à des races indigènes, il est possible d'augmenter de 50-100 %, en une ou deux générations le nombre d'agneaux par portée qui est

---

[1]Dickerson, G.E. 1977. Crossbreeding evaluation of Finnsheep and some U.S. breeds for market lamb production. North Central Regional Publication n° 246. ARS, USDA et Univ. Nebraska, Lincoln (NE).

[2]Razungles, J.; Tchamitchian, L.; Bibe, B.; Lefevre, C.; Brunel, J.C.; Ricordeau, G. 1985. The performance of Romanov crosses and their merits as a basis for selection. Pages 39-45 dans Land, R.B.; Robinson, D.W. éds., Genetics of reproduction in sheep. Butterworths, Londres (Angleterre).

actuellement de 1.2-1.6 par brebis. Une évaluation étendue de la Finnoise aux États-Unis montre que dans certains systèmes de gestion une lignée à 50 % Finnoise peut fournir le nombre d'agneaux et la productivité générale recherchés, alors que dans d'autres systèmes, des sujets 25 % Finnois sont plus avantageux. Un troupeau de brebis de croisement Finnois-Dorset a réussi à produire, annuellement, 340 agneaux par 100 brebis accouplées dans le cadre d'un système d'agnelage accéléré[1]. La contribution d'autres races exotiques est tout aussi importante dans les programmes d'amélioration plus complexes, notamment ceux qui sont menés au CRZ.

4.3 FRÉQUENCE DE MISE À LA REPRODUCTION

En augmentant la fréquence de la mise à la reproduction pour que chaque agnelle mette bas plus d'une fois l'an, on accroît de façon significative le rendement annuel en agneaux, en particulier si l'on utilise des brebis très prolifiques et si l'on peut conserver un niveau élevé de fertilité. Même si la période de gestation d'une brebis est d'environ 5 mois, elle est en mesure de concevoir 6 mois après la conception précédente. Toutefois, rien n'indique encore qu'il soit possible de maintenir, à l'échelle du troupeau, un intervalle d'agnelage constant de 6 mois.

Dans la pratique, la plupart des producteurs visent à atteindre un intervalle de 8 mois entre les agnelages, ce qui donnerait trois portées d'agneaux en 2 ans. Selon un tel système, la solution idéale serait de séparer le troupeau en deux groupes et d'accoupler chaque groupe, en alternance, à intervalles de 4 mois. Les brebis non fécondées après un accouplement seraient transférées au groupe qui sera accouplé 4 mois plus tard. En plus d'accroître la capacité de reproduction de la brebis, cette méthode offre une façon pratique de rentabiliser le système de production, par:

- une utilisation plus rationnelle de la main-d'oeuvre;
- une réduction des installations nécessaires pour élever et engraisser les agneaux, et des frais généraux par unité de production, du fait que seule la moitié du troupeau agnelle à un moment précis et que les installations sont utilisées de façon continue au lieu d'être inoccupées pendant de longues périodes;
- l'accroissement de la disponibilité des agneaux, ce qui fournit un apport de liquidités plus régulier, les agneaux pouvant être vendus tout au long de l'année plutôt que de façon saisonnière;
- par l'étalement des agnelages tout au long de l'année, réduisant ainsi les risques de pertes anormalement élevées en une période donnée pour cause d'épidémie ou d'autres circonstances néfastes.

4.4 REPRODUCTION D'AGNELLES

Depuis qu'on met l'accent sur la production intensive, on s'intéresse de plus en plus à la mise à la reproduction des agnelles pour qu'elles mettent

---

[1]Robinson, J.J. 1982. Improving ewe productivity. Sheep Breeder and Sheepman 102:60-73.

bas dés l'âge d'un an. Des revues bibliographiques approfondies[1] sur les facteurs influant sur le développement sexuel et la performance des agnelles ont indiqué que les taux de conception et d'agnelage sont moins élevés et plus variables que chez les brebis adultes. De plus, l'alimentation, la race, la saison de la naissance, l'âge et le poids lors de la mise à la lutte sont autant de facteurs capables de déterminer le succès ou l'échec des performances des agnelles à l'agnelage. Il est toutefois possible d'atténuer les effets de certaines de ces variables en induisant ou en synchronisant l'oestrus des agnelles à l'aide d'éponges vaginales imprégnées de progestagène et d'injections de gonadotrophine sérique de jument gravide (PMSG) (voir annexe A).

Même s'il est possible de faire agneler des jeunes brebis issues de races précoces, il faudra néanmoins évaluer l'ensemble des facteurs économiques de la mise à la reproduction des agnelles, compte tenu des facteurs qui peuvent influencer les résultats de l'agnelage. Cela s'applique particulièrement aux systèmes de production intensive d'agneaux, car les décisions prises en matière de gestion sont déterminantes pour la rentabilité de l'exploitation.

4.5 MAÎTRISE ET MANIPULATION DE LA REPRODUCTION CHEZ LA BREBIS

4.5.1 Utilisation de régimes d'éclairement artificiels

Pour accélérer le rythme des agnelages en régime de stabulation permanente, il est possible d'utiliser des régimes d'éclairement artificiels de façon à contrôler l'activité oestrale chez les brebis. Un passage soudain ou annuel d'un régime de jours longs à un régime de jours courts déclenchera l'activité cyclique chez les animaux en anoestrus, habituellement dans les 30-60 jours après le changement de rythme lumineux. En revanche, les animaux cesseront leur cycle sexuel dans les 30-60 jours si on les expose à un changement soudain ou graduel d'un éclairement court à un régime de jours longs. Si l'on désire obtenir des résultats constants, l'importance du changement entre l'éclairement "court" et l'éclairement "long" devrait être au moins de 6 heures et les phases de transition courts-longs ou diminution-augmentation devraient être réalisées de façon rythmique. Ainsi, dans un système d'agnelage accéléré comme celui du CRZ (voir figure 9 à la page 29), les brebis sont mises à la lutte à la fin du cycle de jours courts, quel que soit le temps de l'année. En outre, comme le cycle de production complet est de 8 mois, le régime d'éclairement est changé tous les 4 mois.

4.5.2 Utilisation d'hormones exogènes

Les progrès de la technique des éponges vaginales imprégnées de progestagène ont fourni un moyen de maîtriser le cycle de reproduction chez le mouton. La technique et les avantages qui en découlent sont expliqués en détail à l'annexe A. L'emploi des prostaglandines naturelles et synthétiques

---

[1] Dyrmundsson, O.R. 1981. Natural factors affecting puberty and reproductive performance in ewe lambs: A review. Livest. Prod. Sci. 8:55-65.
Dyrmundsson, O.R. 1983. The influence of environmental factors on the attainment of puberty in ewe lambs. Pages 393-408 dans Haresign, W. éd., Sheep production. Butterworths, Londres (Angleterre).

pour le contrôle du cycle oestral du mouton a des applications limitées. Ces composés ne peuvent être utilisés que pendant la saison de mise à la lutte, lorsque les brebis sont en activité sexuelle. De plus, ils ne sont efficaces que s'ils sont administrés du 4^{e} au 14^{e} jour du cycle. La prostaglandine doit donc être administrée en deux doses, à 9 10 jours d'intervalle, afin de s'assurer que l'oestrus soit synchronisé chez toutes les bêtes du troupeau.

4.5.3 Utilisation de rythme lumineux artificiel combiné à un traitement hormonal exogène

Un des principaux défauts de l'emploi exclusif de l'éclairement artificiel pour déclencher l'activité sexuelle est qu'il ne permet pas de synchroniser le cycle oestral. Le problème peut être contourné en combinant le régime d'éclairement, lequel provoque l'oestrus et l'ovulation, avec des hormones exogènes qui elles synchroniseront le cycle oestral (voir figure 9, page 29). Grâce à ce traitement combiné, les brebis demeureront en activité sexuelle si elles ne sont pas accouplées lors de l'oestrus synchronisé, quelle que soit l'époque de l'année dans laquelle on applique le traitement, optimisant ainsi leurs aptitudes de reproduction et de conception.

4.6 MAÎTRISE ET MANIPULATION DE LA REPRODUCTION CHEZ LE BÉLIER

On dispose actuellement de méthodes de gestion qui diminuent les variations saisonnières de la qualité du sperme et qui permettent l'usage des béliers tout au long de l'année (annexe B). De plus, comme la fertilité du bélier est importante pour déterminer le nombre de brebis qui vont concevoir, il faut pouvoir faire la différence entre les béliers de haute et de faible fertilité. Cela peut se faire par l'examen ou la mesure des testicules et par l'analyse d'échantillons de sperme. La circonférence du scrotum donne également une bonne indication de la taille des testicules. Habituellement, les éleveurs considèrent que des testicules volumineuses et fermes sont un bon indicateur de la production spermatique et de la fertilité du bélier.

4.7 INSÉMINATION ARTIFICIELLE

L'importance de l'insémination artificielle chez le mouton s'impose de plus en plus en particulier avec l'évolution vers les systèmes de production plus intensive. La technologie de l'IA tire parti de la valeur génétique des béliers améliorateurs, elle simplifie la gestion, accroît le nombre de brebis qui peuvent être accouplées à un bélier particulier lors d'un oestrus synchronisé et diminue les variations du taux de fertilité découlant de l'utilisation de béliers dont la qualité du sperme est inconnue ou variable. Et pourtant, l'application de la technique au Canada a été entravée par les coûts et les problèmes techniques. Toutefois, l'emploi du sperme frais en IA est devenu réalisable, en particulier lorsqu'on l'utilise de pair avec des programmes de reproduction contrôlée, dans lesquels on a éliminé la nécessité du dépistage de l'oestrus et où les brebis peuvent être inséminées à un temps déterminé (annexe B). Les brebis qui reçoivent du sperme frais peuvent atteindre des taux d'agnelage comparables à ceux obtenus par monte naturelle en oestrus synchronisé. L'IA à des fins commerciales est utilisée à petite

échelle en Ontario[1]. On a constitué un groupe de béliers et on met actuellement au point des méthodes qui permettront d'atteindre des taux constants de fertilité avec l'IA en conditions d'élevage commerciales.

Bien que l'insémination artificielle au sperme frais soit possible, l'entière réalisation de ses possibilités ne pourra se faire que si l'on réussit à utiliser le sperme congelé. Les recherches en cours au CRZ ont permis d'améliorer nettement le taux de survie du sperme congelé et décongelé grâce à la mise au point de nouveaux dilueurs et à l'amélioration des procédés de transformation (annexe B). Ces résultats laissent espérer qu'on réussira à résoudre une bonne partie des problèmes qui limitent l'utilisation du sperme congelé.

4.8 DIAGNOSTIC DE GRAVIDITÉ

La détermination de la gravidité chez la brebis revêt une de l'importance non négligeable au plan économique. Les brebis gestantes peuvent être mises à part et recevoir une alimentation plus riche à l'approche de l'agnelage tandis que les brebis vides recevront un régime moins cher; elles peuvent aussi être remises à la lutte ou réformées. Ces dernières années, on a vu l'entrée en service de sondes à ultrasons qui fournissent un diagnostic rapide, simple et exact de gestation, sans nécessiter de formation ou d'installations spéciales (annexe C).

4.9 ÉLEVAGE ARTIFICIEL ET SEVRAGE PRÉCOCE DES AGNEAUX

L'élevage artificiel de tous les agneaux ne serait sans doute pas à recommander pour les exploitations commerciales. Les brebis devraient pouvoir élever des jumeaux naturellement. Toutefois, si le troupeau est très prolifique, le nombre de brebis auront plus de deux agneaux par portée. L'élevage artificiel (annexe D) est donc utile pour élever les agneaux surnuméraires de même que ceux qui se trouveraient orphelins à la suite du manque de lait maternel, du décès de la mère ou d'un phénomène de rejet.

On ne s'accorde pas encore pour décider quels agneaux provenant des portées importantes devraient être choisis pour l'élevage artificiel. Certains estiment qu'on devrait choisir les agneaux plus gros et plus vigoureux plutôt que les agneaux plus faibles et plus petits, qui ont de meilleures chances de survie si on les laisse avec la mère. En revanche, les agneaux plus gros et plus vigoureux peuvent mieux profiter des aptitudes laitières de la mère. En outre, l'élevage artificiel enlève la concurrence entre les agneaux pour l'approvisionnement de lait. L'expérience accumulée au CRZ a démontré qu'il est possible d'élever artificiellement les petits agneaux. Si la brebis est une bonne mère et une laitière exceptionnelle, le meilleur compromis serait peut-être de lui laisser deux ou trois agneaux de taille égale et d'élever les autres artificiellement.

---

[1]United Breeders Inc., Guelph (Ontario).

On peut facilement réaliser une production de trois portées d'agneaux en 2 ans en sevrant les agneaux allaités naturellement, lorsqu'ils sont âgés de 6-8 semaines. L'intervalle d'agnelage peut encore être réduit davantage en sevrant à 4 ou 5 semaines. Toutefois, à cet âge, les mères sont encore près du sommet de la lactation. Il faut veiller soigneusement à prévenir les cas de mammite et les autres infections des mamelles. Dans ces conditions, les modalités définies à l'annexe A deviennent particulièrement importantes. Dans certains cas, il peut être nécessaire de traire à la main, pendant un jour ou deux, les brebis fortes laitières pendant la période de tarissement. Une exception possible à l'élevage naturel se produirait si l'on raccourcit davantage l'intervalle d'agnelage car il faut alors remettre les brebis à la reproduction très vite et dans ce cas, on sait que la lactation affecte considérablement la fertilité. Par conséquent, il faudrait que la production d'agneaux obtenue par mise à la reproduction précoce compense les coûts supplémentaires de l'élevage artificiel.

4.10 NUTRITION ET COMMERCIALISATION DES AGNEAUX DE SEVRAGE PRÉCOCE

En élevage intensif, il est à conseiller de donner aux agneaux un régime riche en énergie afin d'optimiser les gains de poids quotidiens et l'indice de consommation, diminuer les frais généraux et raccourcir le temps requis pour atteindre le poids du marché. On recommande, en général, de donner dès leur naissance aux agneaux à la mamelle une alimentation complémentaire de haute qualité, de les sevrer à l'âge de 6-8 semaines, c'est-à-dire lorsque la lactation de la mère diminue, pour ensuite leur donner des rations d'engraissement à forte teneur énergétique jusqu'à ce qu'ils atteignent le poids de marché. De même, les agneaux élevés artificiellement doivent eux aussi recevoir une ration d'engraissement à partir du sevrage, à 3 semaines. L'aliment d'engraissement devrait contenir environ 17 % de protéine brute jusqu'à ce que les agneaux aient l'âge de 100 jours et 14 % par la suite jusqu'à ce qu'ils aient atteint le poids et la qualité voulus pour la mise au marché.

L'alimentation complémentaire est essentielle pour les agneaux élevés artificiellement et pour les agneaux à la mamelle sevrés avant 6 semaines. Même si les agneaux ne consomment habituellement pas beaucoup d'aliment complémentaire avant l'âge de 2-3 semaines, il est important qu'ils en aient à leur disposition. L'ingestion d'aliments solides est essentielle au développement du rumen qui déterminera si l'agneau survivra comme ruminant une fois sevré.

Il faut encourager la commercialisation d'agneaux mâles entiers afin de profiter de leur taux de croissance supérieur, de leur meilleur indice de consommation et de carcasses plus maigres. Au CRZ, tous les agneaux sont d'éventuels sujets de relève et, par conséquent, aucun d'eux n'est castré. Les agneaux mâles excédentaires sont vendus. L'expérience a montré que la discrimination manifestée sur le marché à l'égard de ces agneaux est éphémère, pour autant que les agneaux soient bien engraissés et qu'ils atteignent le marché à un âge tendre. La demande du marché pour ces agneaux mâles est excellente et ils commandent régulièrement des prix supérieurs.

En Amérique du Nord, il est souvent recommandé que les agneaux de marché ne possèdent pas plus de 25-30 % de race Finnoise, en raison des particularités de la carcasse. Toutefois, les agneaux excédentaires issus des deux races maternelles du CRZ lesquelles possèdent de 40-50 % de Finnoise, sont eux aussi très prisés sur le marché et reçoivent des prix supérieurs.

4.11 NUTRITION DE LA BREBIS DE REPRODUCTION

Un des principaux problèmes du programme de reproduction accéléré consiste à contenir le poids de la brebis à la mise à la lutte pendant les cycles successifs de production. On peut en grande partie surmonter ce problème en réglant l'apport énergétique sur l'état physiologique de la brebis. Au CRZ, l'expérience a montré qu'un régime à base de fourrages, complété de minéraux et de vitamines est suffisant pour répondre à la plus grande partie des besoins d'énergie. Un complément protéique ou énergétique, selon la qualité du fourrage, n'est nécessaire que pendant des périodes relativement courtes lorsque les demandes de production sont élevées, notamment durant la période de suralimentation préalable à l'accouplement, durant les 4-5 semaines qui précèdent l'agnelage et pendant les 4-6 semaines après l'agnelage, lorsque la lactation atteint son pic[1].

4.12 FACTEURS ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION INTENSIVE DE L'AGNEAU

Une comparaison économique a été effectuée entre un système de production intensive utilisant les nouvelles techniques et produisant trois portées d'agneaux en deux ans, et un système plus classique ne produisant qu'une portée par année (115). Dans ce dernier, la gestion des brebis et des agneaux était maintenue à un niveau relativement peu élevé. Dans l'ensemble, l'intensification a fourni un revenu agricole net plus élevé que le système classique, quand le prix des agneaux est élevé. En raison de sa meilleure productivité, le système intensif a permis d'exploiter plus efficacement l'augmentation des prix de l'agneau. Cela signifie que la rentabilité serait en mesure de s'accroître à un rythme plus rapide que dans le système classique. La conclusion tirée de l'étude est que les éléments clés d'un système de production d'agneaux intensif rentable sont l'accroissement de la fréquence d'agnelage combinée à des portées plus nombreuses et à un meilleur taux de survie des agneaux. Au bilan négatif, bien que l'intensification ouvre la voie à de bien meilleures possibilités de production, elle s'accompagne aussi de risques accrus de pertes financières, par suite du coût plus élevé: capital, main-d'oeuvre, aliments et autres dépenses connexes. Enfin, l'intensification de la production exige également plus de qualités de

---

[1]Nutrient requirements of sheep, sixth revised edition. 1985. National Academy Press, Washington (DC). 99 pp.

gestion et d'expertise que les méthodes plus traditionnelles de production. Une étude américaine en vient aux mêmes résultats[1].

4.13 UTILIZATION DE LA TECHNOLOGIE ET STRATÉGIES DE GESTION

Malgré les améliorations de l'efficience ou du rendement de la production d'agneaux que peut apporter l'adoption des nouvelles techniques, peu des nouveaux éléments peuvent s'appliquer au système extensif traditionnel d'élevage ovin, axé sur la production saisonnière d'une seule portée par année. Il faudra donc atteindre un certain degré d'intensification avant de pouvoir utiliser la technologie disponible. Le genre de terre, les installations, la quantité et la qualité de la main-d'oeuvre, les dépenses en capital, les ressources en alimentation et les qualités de gestion sont autant de points de référence importants pour le choix du système de production, du niveau de productivité et du degré d'application possible des nouvelles stratégies de gestion et des nouvelles techniques. La technologie et le niveau d'intensification sont des éléments très souples en regard des objectifs et des circonstances spéciales propres à chaque producteur. Dans l'ensemble, toutefois, le niveau de productivité réalisable au moyen des ressources en place ou améliorées est en grande partie déterminé par les qualités de gestion de l'exploitant.

4.14 POSSIBILITÉ DE MISE EN PLACE D'UN ÉLEVAGE OVIN VRAIMENT PRODUCTIF

Le secteur canadien du mouton, tout comme d'autres secteurs des productions animales, s'achemine vers un niveau plus élevé d'efficacité de production. Intensification diversifiée, c'est peut-être ce qui décrit le mieux l'orientation à laquelle le secteur devrait viser, à mesure que sont mis au point des systèmes de production utilisant de façon plus efficace les combinaisons diverses des ressources disponibles. La position concurrentielle du secteur et son aptitude à réaliser toutes ses possibilités dépendra largement de la mesure dans laquelle il pourra incorporer les nouvelles innovations aux systèmes de production d'agneaux.

Jusqu'à maintenant, le secteur a été lent à adopter la technologie disponible, car cette dernière signifierait des bouleversements majeurs dans l'élevage, des mises de fonds accrues, une remise en question complète des stratégies de gestion et l'inévitable élément de risque. Toutefois, les producteurs de tête commencent à reconnaître les possibilités des systèmes de production qui intègrent les nouvelles technologies et les innovations de gestion en vue d'accroître la productivité et la rentabilité. La mise en application de cette nouvelle technologie va nécessiter l'élaboration et l'organisation de programmes d'éducation, de gestion et d'hygiène du troupeau, pour encourager le transfert technologique et améliorer l'expertise et la capacité de gestion des éleveurs.

---

[1]Harrison, V.L. 1980. Sheep production: Intensive systems, innovative techniques boost yields. Agricultural Economic Report n° 452. Economics, Statistics and Cooperative Service, USDA, Washington (DC). 42 pp.

5. ANNEXES

ANNEXE A — LES ÉPONGES VAGINALES IMPRÉGNÉES DE PROGESTAGÈNE POUR LA MAÎTRISE DE LA REPRODUCTION

La mise au point des éponges vaginales imprégnées de progestagène pour la synchronisation du cycle oestral offre de nouvelles possibilités d'accroître l'efficacité de la gestion et de la production annuelle d'agneaux. La technique est facile d'emploi, bon marché et efficace.

A.1 MODE D'ACTION

Le cycle oestral normal de la brebis (figure 18) comporte deux étapes. La phase folliculaire qui dure de 3-4 jours et se termine par l'oestrus et l'ovulation et la phase lutéale qui dure de 13-14 jours et qui comprend le développement et la régression du corps jaune. Le début du cycle se caractérise par une période d'oestrus ou "chaleurs", qui dure de 16-30 heures et au cours de laquelle la brebis est plus réceptive sexuellement. On peut facilement déterminer ce facteur grâce à un bélier équipé d'un licol marqueur. Le début des chaleurs constitue le jour 0 du cycle comme point de référence pour les autres dates. L'ovulation se produit de 24-30 heures plus

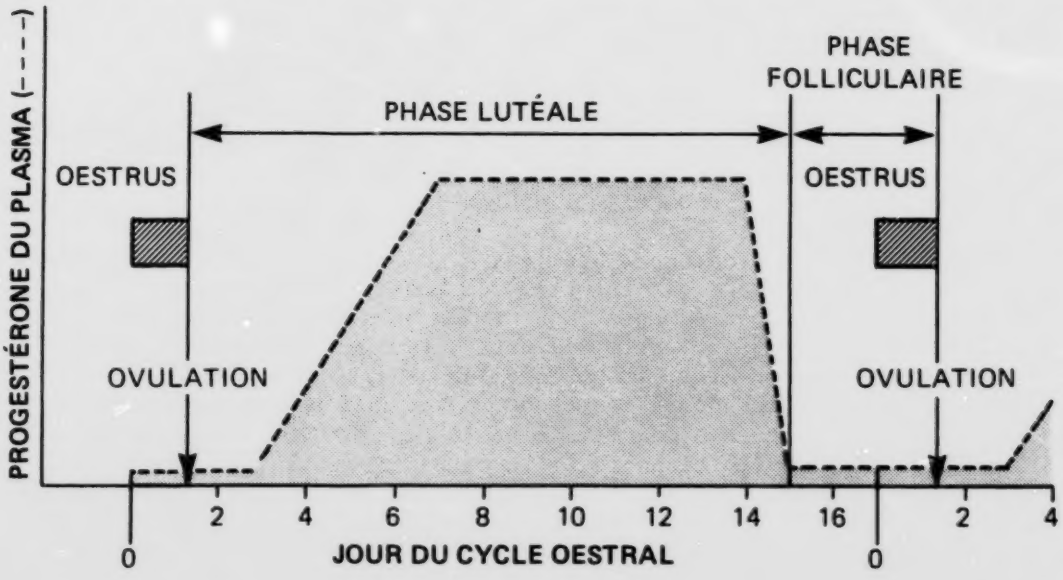


Figure 18. Schéma de principe des diverses phases du cycle oestral de la brebis.

tard et est suivie du développement du corps jaune qui produit la progestérone. Le corps jaune atteint sa taille et son activité fonctionnelle maximales vers le 7e jour et continue de produire de la progestérone, tel que le révèlent des taux sanguins élevés. Si la brebis n'est pas gravide de 13-14 jours après l'ovulation, le corps jaune cesse de produire de la progestérone, le niveau de progestérone sanguin diminue et un nouveau cycle oestral, caractérisé par le déclenchement de chaleurs, se produit dans les 48 heures. La brebis n'entrera pas en oestrus si les teneurs en progestérone du sang demeurent élevées à la suite d'une fécondation ou au cours d'un traitement à la progestérone ou aux progestagènes, composés dont l'action est analogue à celle de la progestérone.

L'éponge vaginale imprégnée de progestagène libère la progestagène à un rythme assez régulier et lent. Des quantités suffisantes de progestagène sont absorbées par le vagin dans le sang et simulent la fonction du corps jaune pour la durée du traitement. Lorsqu'on retire l'éponge, on enlève la source de progestagène, ce qui provoque le développement d'une nouvelle phase folliculaire. Le traitement dure 14 jours, soit la durée de vie normale du corps jaune. Par conséquent, si on administre le traitement aux brebis en activité sexuelle au cours de la saison d'accouplement, l'oestrus et l'ovulation seront synchronisés chez toutes les brebis (figure 19).

Le traitement aux éponges vaginales des brebis en anoestrus déclenche une phase lutéale artificielle qui correspond à celle d'un cycle oestral normal (figure 19). Le retrait de l'éponge est suivi par l'entrée en oestrus et à l'ovulation, qui est bien synchronisée, à condition que l'on ait administré une dose suffisante de PMSG lors du retrait.

A.2 MODALITÉS D'UTILISATION

A.2.1 Planification initiale

Il faut décider du nombre de brebis à traiter, s'assurer que ces dernières se prêtent bien au traitement, déterminer le moment de la mise à la lutte ainsi que les méthodes d'alimentation et d'élevage, et planifier le déroulement afin d'éviter tout conflit avec les autres activités agricoles.

A.2.2 Pose et retrait des éponges vaginales

Le traitement normalisé pour le contrôle du cycle oestral comprend la pose d'une éponge de polyuréthane imprégnée de progestagène (voir la figure 5A, page 19) dans le vagin pendant 14 jours. La marche à suivre décrite ci-après est illustrée à la figure 20.

A. L'éponge est insérée à l'avant de l'applicateur en laissant le cordon pendre à l'extérieur. On place ensuite la tige à l'arrière de l'applicateur. Au besoin, on peut enduire l'applicateur d'une mince couche de lubrifiant[1]. Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire d'appliquer de lubrifiant pour les brebis adultes qui ont déjà agnelé, car l'applicateur pénètre facilement dans le vagin.

---

[1]Lubafax®, Burroughs Welcome Ltée., Montréal (Québec) ou un autre produit équivalent.

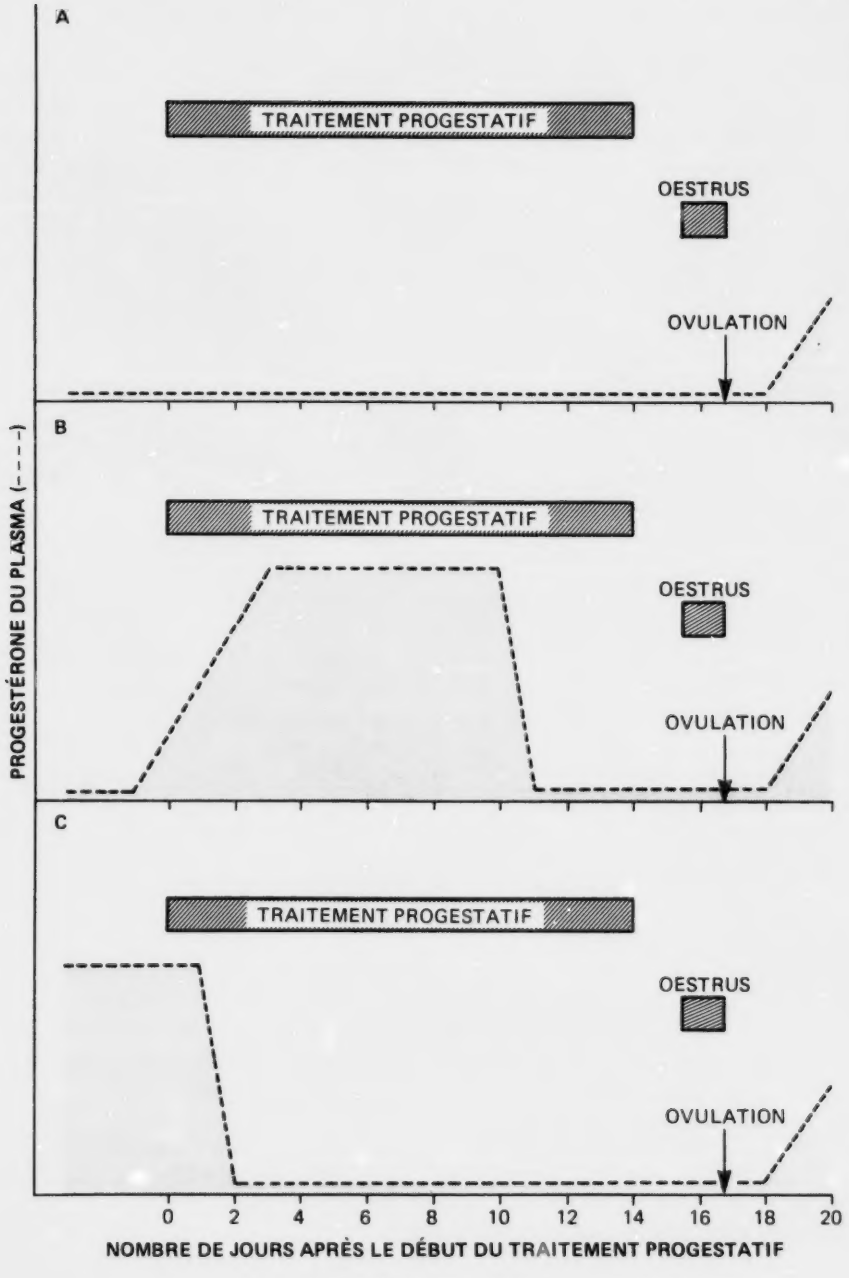


Figure 19. Déclenchement de l'oestrus et ovulation après le traitement des brebis par l'insertion vaginale d'éponge imprégnée de progestagène (A) en contre-saison en l'absence d'activité cyclique; (B) en saison, au début de la phase lutéale du cycle oestral; (C) en saison, à la fin de la phase lutéale du cycle oestral.

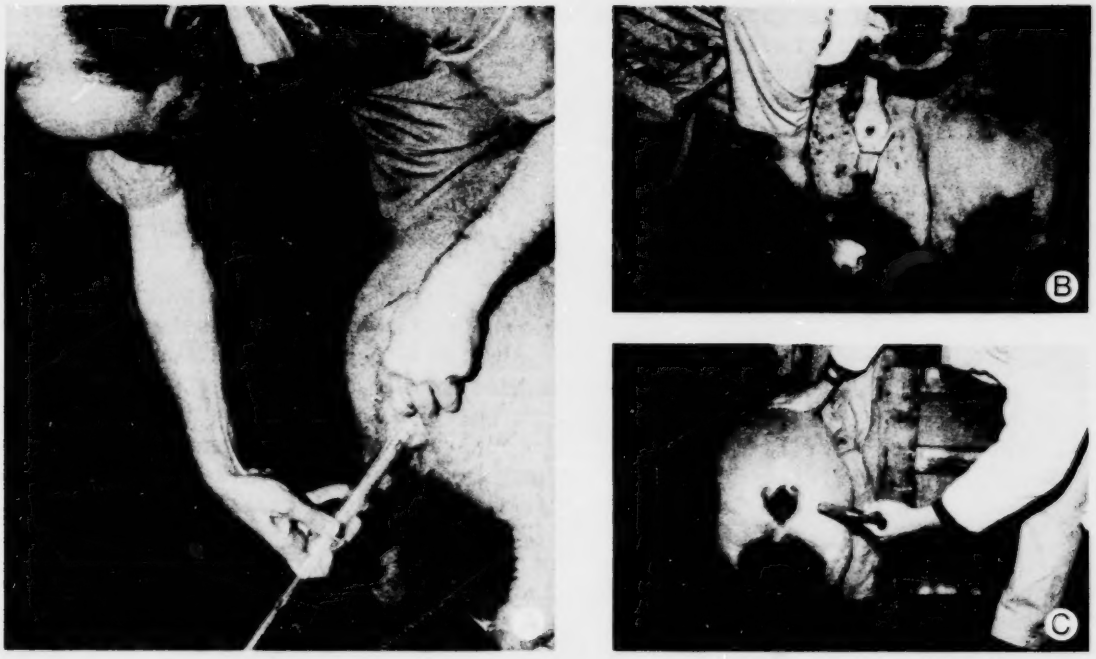


Figure 20. Technique de synchronisation de l'oestrus. (A) Insertion de l'éponge; (B) retrait de l'éponge; (C) injection de PMSG avec seringue à dose multiple.

B. On immobilise la brebis en position debout, puis on insère avec soin l'applicateur dans le vagin, à un angle légèrement incliné au départ, pour ensuite pousser l'applicateur doucement mais fermement aussi loin que possible.

C. Tout en tenant fermement la tige, on retire l'applicateur de quelques centimètres. Cela a pour effet d'éjecter l'éponge et de la mettre en place dans le vagin.

D. On retire ensuite la tige et le tube de l'applicateur en laissant le cordon pendre à l'extérieur du vagin.

E. Après chaque pose, on doit rincer le tube de l'applicateur et la tige dans un seau contenant de l'eau propre et du désinfectant[1], les essuyer et les lubrifier à nouveau au besoin.

F. Au bout de 14 jours, on enlève l'éponge en tirant doucement sur le cordon. Au moment du retrait, on remarque habituellement la présence d'un écoulement plus ou moins abondant d'odeur caractéristique, causé par la sécrétion et l'accumulation de mucus vaginal, cela ne nuit toutefois pas à la santé de la brebis, ni à la fécondation.

---

[1]Dettol®, Reckitt Colman Canada Inc., Lachine (Québec) ou un autre produit équivalent.

- Si le cordon n'est pas visible, on introduira un doigt propre dans le vagin pour le localiser. Si l'on ne réussit pas à palper le cordon et l'éponge, il faudra effectuer un examen vaginal à l'aide d'un tube applicateur vide et d'une lumière. Si l'éponge est encore en place, il faut tirer doucement sur le cordon et enlever l'éponge.
- Si l'éponge ne vient pas par traction douce sur le cordon, ne pas forcer. Il arrive parfois que l'éponge adhère à la paroi vaginale. Dans ce cas, il faut introduire un doigt propre dans le vagin, détacher doucement l'éponge et l'enlever.
- Il faut brûler ou enfouir les éponges souillées.

A.2.3 Emploi de PMSG

Bien que l'oestrus ne se produise que peu de temps après le retrait des éponges vaginales durant la période normale de reproduction, une faible dose de PMSG permet d'obtenir une synchronisation plus précise et plus prévisible de l'oestrus et de l'ovulation, ce qui est particulièrement important pour l'insémination artificielle. L'administration de PMSG permet également de déclencher un effet modéré de superovulation et d'augmenter ainsi légèrement la taille des portées des brebis fécondées lors de l'oestrus synchronisé.

Pour obtenir un taux satisfaisant d'agnelage, l'administration de PMSG après le retrait des éponges vaginales est essentielle dans le cas des brebis ou des agnelles traitées en anoestrus saisonnier ou en anoestrus de lactation et si l'on pratique l'insémination artificielle. La dose habituelle est de 500 UI de PMSG, administrée par voie intramusculaire après le retrait de l'éponge. La poudre de PMSG doit être gardée au réfrigérateur à une température de 2-4 °C et ne doit être mise en solution qu'au moment de l'emploi, sinon le produit perd sa puissance.

A.2.4 Accouplement des brebis synchronisées

Presque toutes les brebis traitées entreront en chaleurs 48 heures après le retrait de l'éponge. Dans la majorité des programmes actuels de contrôle de la reproduction, les brebis synchronisées sont fécondées par saillie naturelle. Le bélier doit donc monter toutes les brebis la même journée, ce qui représente une courte période de travail intensif.

Comme les aptitudes sexuelles du bélier sont saisonnières, la proportion de brebis par bélier varie selon la période de l'année: ainsi, durant la saison normale de reproduction (de septembre à janvier), les brebis traitées doivent être accouplées à raison de 10-12 pour un bélier. Durant l'anoestrus (de février à août), on recommande une proportion d'un bélier pour six brebis.

Les béliers sont présentés aux brebis 24 heures après le retrait des éponges vaginales. On conseille d'enduire la poitrine du bélier avec de la teinture à marquer de façon à pouvoir dénombrer les brebis accouplées. Si aucune des brebis n'est marquée dans les 36 heures qui suivent le retrait de l'éponge, le bélier doit être remplacé.

Le bélier peut être retiré du groupe de brebis traitées au progestagène 72 heures après son introduction, car à ce moment-là, toutes les brebis

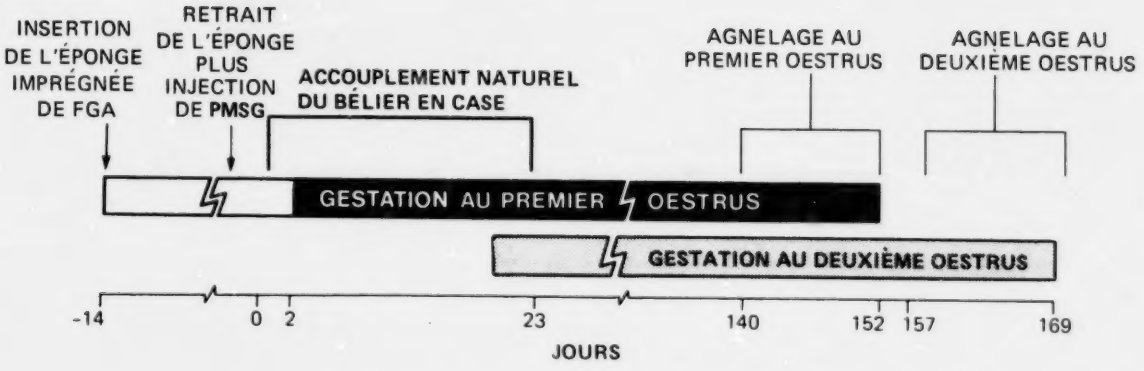


Figure 21. Étapes de la synchronisation de l'oestrus, de l'accouplement et de l'agnelage.

synchronisées devraient être accouplées. Cependant, durant la saison de reproduction, on laisse habituellement le bélier avec les brebis pendant 23 jours, de façon à ce que les brebis non fécondées lors de l'oestrus synchronisé puissent l'être au retour de l'oestrus. Un bélier peut saillir jusqu'à 40 brebis au retour de l'oestrus, car les brebis qui n'ont pas été fécondées auront généralement un oestrus étalé sur une période de plusieurs jours.

On peut augmenter le nombre de brebis saillies par le même bélier en échelonnant le traitement de l'éponge, de façon à ce que le retrait des éponges pour chaque groupe de brebis se fasse à intervalles de 5 jours. Le bélier est alors placé successivement dans chaque groupe de brebis traitées. En utilisant cette méthode, trois groupes de 10-12 brebis peuvent être saillis par le même bélier sur une période de 15 jours. Les groupes sont ensuite rassemblés et le bélier demeure avec les brebis pendant 21 jours.

La figure 21 donne le calendrier de synchronisation de l'oestrus, de l'accouplement et de l'agnelage des brebis traitées avec des éponges vaginales imprégnées de progestagène et une injection de PMSG. La fécondation se produit dans les 3-4 jours qui suivent le retrait de l'éponge pour la fécondation de premier oestrus et au 19^{e} jour pour les fécondations de retour de l'oestrus.

A.2.5 Alimentation et conduite des brebis

A.2.5.1 Brebis adultes sèches. Habituellement, les brebis sont suralimentées environ 2 semaines avant l'accouplement, pour qu'elles soient en bonne condition, de préférence qu'elles gagnent du poids, et pour augmenter le nombre d'ovulations. La suralimentation doit se poursuivre environ un mois après l'accouplement, car l'implantation de l'embryon ne survient pas avant le jour 25 suivant la conception. Le stress nutritionnel au cours de cette période risque d'augmenter le taux de mortalité embryonnaire. D'autres types de stress peuvent aussi entraîner une baisse de la fertilité; aussi, les brebis doivent-elles être manipulées avec précaution au moment de l'accouplement et des opérations comme la vermifugation et la tonte. Il faut éviter de les transporter au cours des 2 semaines précédant et des 3-4 semaines suivant l'accouplement.

Puisque au début de la gestation les besoins nutritionnels des brebis ne sont que légèrement supérieurs aux besoins d'entretien, la suralimentation sera arrêtée 2-4 semaines après l'accouplement. Toutefois, il faut éviter une baisse brusque du niveau de nutrition. Du 30^{e}-100^{e} jour de gestation, un fourrage de bonne qualité, bien supplémenté en minéraux, ou l'équivalent, conviendrait. Aux derniers stades de la gestation, il est recommandé de donner aux bêtes 120 g de grain par jour à partir du 100^{e}-110^{e} jour de la gestation et d'augmenter graduellement pour atteindre 350 g par jour au 130^{e}-135^{e} jour. Les quantités exactes peuvent varier selon la qualité du fourrage et l'état de la brebis.

On peut recourir aux ultrasons (annexe C), pour diagnostiquer la gestation 70-90 jours après l'accouplement, identifiant ainsi les brebis gravides qui seront alors les seules à recevoir des rations supplémentaires. Les brebis vides peuvent être séparées des autres en vue d'une réforme précoce, d'un nouvel accouplement ou pour être soumises à un régime d'entretien, ce qui autorisera une réduction des coûts des aliments du bétail et des frais généraux.

Différentes races ont des périodes de gestation prévisibles, et si les brebis sont toutes accouplées le même jour, elles mettront toutes bas dans un intervalle de 7-10 jours. Une planification efficace de la main-d'oeuvre disponible permet de dispenser les soins appropriés aux bêtes et de minimiser ainsi la mortalité précoce des agneaux.

À l'agnelage, les brebis doivent être privées de grain durant les 24 premières heures, mais avoir accès à de l'eau pure et à du bon foin, bien feuillu. L'alimentation au grain commence le jour suivant et est intensifié graduellement pendant 5-7 jours. Toutefois, si la brebis ne donne presque pas de lait, on lui accordera un peu de grain et beaucoup d'eau le premier jour pour tenter de provoquer la lactation. La brebis sera nourrie généreusement 1-2 mois après l'agnelage, époque où la lactation impose les besoins nutritionnels les plus grands. Si possible, on mettra à part les brebis allaitant des jumeaux et on leur servira une alimentation plus abondante qu'aux mères d'agneau unique. Une ration quotidienne de 2 kg de foin de bonne qualité et de 0,5-1 kg de grain, (ou l'équivalent), selon la taille et l'état de la brebis et selon qu'elle nourrit des jumeaux ou un agneau unique convient habituellement.

A.2.5.2 Brebis adultes lactantes. Si les brebis lactantes sont mises à la reproduction au printemps suivant le traitement progestatif et à la PMSG, elles reviennent rarement en chaleurs. Leur fertilité est alors habituellement inférieure à 50 %, car l'activité ovarienne ralentit sous l'effet combiné de l'anoestrus de lactation et de l'anoestrus saisonnier. Cette difficulté peut être surmontée dans une certaine mesure en veillant à ce que la brebis lactante ne soit pas saillie dans les 50 jours suivant l'agnelage. De préférence, les agneaux devraient être sevrés au moins 2 semaines avant le traitement progestatif. Pour réduire les troubles de mamelles, il faudrait diminuer le niveau d'alimentation environ 3 jours avant le sevrage, priver la brebis d'eau pendant près de 12 heures après le sevrage et ne la nourrir qu'aux fourrages secs pendant 2-3 jours. Elle sera alors amenée graduellement au régime de suralimentation.

A.2.5.3 Agnelles. Les agnelles peuvent être mises à la reproduction à 6,5-7,5 mois, selon la race, à condition qu'elles aient atteint environ 70 % du poids adulte. Il faut pour cela un haut niveau de nutrition au cours de la période de croissance. Elles doivent recevoir des aliments complémentaires durant l'allaitement. Après le sevrage, elles recevront des rations d'engraissement, renfermant 60-70 % de grain, jusqu'à ce qu'elles aient atteint environ 100-120 jours. Par la suite, la quantité de grain sera ramenée à environ 40-50 % du régime total, selon l'état de la bête, afin de maintenir un rythme de croissance rapide sans formation excessive de graisse.

Si possible, les agnelles devraient être saillies séparément des brebis adultes. Des études du comportement montrent que les béliers préfèrent monter les adultes. En outre, les agnelles ont tendance à entrer en oestrus plus tard que les adultes après le traitement aux éponges vaginales. De plus, elles doivent également être séparées des brebis adultes durant la gestation pour recevoir un complément de grain (125-250 g par jour) pour assurer une croissance continue.

A.2.6 Alimentation et conduite des béliers

Un faible niveau d'alimentation peut réduire la taille des testicules et les réserves de spermatozoïdes. Puisque la production de spermatozoïdes demande de 7-8 semaines, les béliers commenceront à recevoir une alimentation complémentaire 2 mois avant la lutte afin d'augmenter ces réserves.

Le succès d'un programme de reproduction contrôlé suppose la présence d'un nombre approprié de béliers fertiles actifs. De plus, grâce à certaines méthodes, on peut disposer de béliers très fertiles durant toute l'année (annexe B).

A.3 APPLICATIONS ET AVANTAGES DE LA MAÎTRISE DE LA REPRODUCTION

La gestion et la maîtrise de la reproduction peuvent aider l'éleveur à augmenter le nombre d'agneaux produits et à exercer un contrôle sur la mise à la reproduction et la conduite du troupeau (tableau 7). Selon le type de conduite adopté, la maîtrise de la reproduction permet d'améliorer la fertilité des agnelles à l'âge de 7-8 mois, d'avoir des brebis lactantes ou

Tableau 7. Applications possibles du traitement aux éponges vaginales imprégnées de progestagène et au PMSG dans la conduite de l'élevage et la maîtrise de la reproduction

Application	Avantages
Avancement de la période de reproduction	- les agnelages sont groupés en décembre/janvier, ce qui permet d'élever un lot d'agneaux homogènes pour le marché de Pâques
Accouplement des agnelles	- amélioration de la production d'agneaux dès l'âge d'un an - augmentation de la productivité à vie - réduction des coûts d'entretien avant l'entrée en production - raccourcissement de l'intervalle entre les générations, augmentant du fait même le taux de gain génétique réalisé dans les programmes de sélection
Insémination artificielle à date fixe	- usage plus large de béliers améliorateurs au sein d'un même troupeau et entre des troupeaux - accroissement de la puissance fécondante du bélier utilisable à l'oestrus synchronisé - réduction de l'incidence du faible taux de conception due à la subfertilité du bélier
Augmentation de la fréquence d'agnelage	- réduction de l'intervalle entre les générations - réduction des coûts de l'entretien par agneau élevé - augmentation de la production par unité de capital investi - plus grande homogénéité du troupeau d'agneaux produits.

des brebis adultes taries toute l'année et d'intensifier le programme de conduite en augmentant la fréquence d'agnelage.

L'issue des programmes de maîtrise de la reproduction dépend non seulement de la fertilité et de la synchronisation de l'oestrus et de l'ovulation chez la brebis, mais aussi de la libido et de la fertilité du bélier, lorsque l'on recourt à la monte naturelle, et de la qualité du sperme, du nombre de spermatozoïdes et des méthodes d'insémination lorsque l'on pratique l'insémination artificielle. La nutrition, le stress et l'environnement peuvent également entrer en ligne de compte. Toutefois, règle générale, 65-75 % des brebis adultes taries traitées à l'automne peuvent agneler après la conception à l'oestrus synchronisé tandis que 15-25 % mettront bas après la fécondation au retour de l'oestrus. Durant le printemps ou l'été, peu de brebis connaîtront un retour en chaleurs si elles ne sont pas gravides après l'oestrus synchronisé. Cette difficulté peut être surmontée dans une certaine mesure grâce à un choix judicieux de la race, de l'âge, de la date du traitement, à l'emploi ou non d'un rythme lumineux artificiel et au régime alimentaire. Les résultats de l'accouplement des agnelles et de l'agnelage accéléré sont aussi fortement tributaires de ces derniers facteurs.

A.4 ÉPONGES VAGINALES IMPRÉGNÉES DE PROGESTAGÈNE ET HORMONE PMSG

Le commerce offre deux types d'éponge vaginale. L'une d'elles, imprégnée du progestagène synthétique FGA (voir figure 5A, page 19), se vend sous la marque "Chronogest"[●1]. Les éponges "Chronogest" sont disponibles en trois préparations différentes:

- éponge imprégnée de 30 mg de FGA (couleur grise), utilisée sur les brebis adultes pour déclencher et synchroniser l'oestrus et l'ovulation durant l'anoestrus saisonnier.
- éponge imprégnée de 40 mg de FGA (grise), utilisée pour synchroniser l'oestrus et provoquer l'ovulation chez la brebis adulte durant la période de reproduction et l'anoestrus de lactation.
- éponge imprégnée de 40 mg de FGA (blanche), utilisée pour induire ou synchroniser l'oestrus et provoquer l'ovulation chez les agnelles selon l'âge et la saison.

Le second type d'éponge vaginale, imprégnée de 60 mg de MAP (voir figure 5B, page 19), se vend sous la marque "Veramix"[●2]. L'éponge "Veramix" du commerce est imprégnée d'une préparation unique. Pour l'heure, seul l'usage de l'éponge "Veramix" a été homologué au Canada.

La gonadotropine sérique de jument gravide est disponible au Canada sous les marques de commerce "Equinex"[●3] et "Stimukron"[●4].

---

[1]Intervet, S.A., Angers (France).

[2]Tuco Products Company, Division de Upjohn, Orangeville (Ontario).

[3]Laboratoires Ayerst, Montréal (Québec).

[4]P.V.U. Inc., Victoriaville (Québec).

ANNEXE B — FORMATION ET SÉLECTION DE BÉLIERS, COLLECTE ET TRAITEMENT DU SPERME ET REPRODUCTION PAR INSÉMINATION ARTIFICIELLE

B.1 LIBIDO ET PRODUCTION SPERMATIQUE DU BÉLIER

Bien que la période de reproduction ne soit pas restreinte chez le bélier, la taille des testicules, la production de spermatozoïdes, le rendement et la qualité du sperme subissent des fluctuations saisonnières. Sous les latitudes nordiques, la qualité du sperme et la libido atteignent leur maximum lorsque les jours raccourcissent l'automne et l'hiver et tombent à leur plus bas niveau au printemps et à l'été lorsque les jours s'allongent. Il est possible de pallier l'effet de ces fluctuations en exposant les béliers à une femelle boute-en-train au rythme d'une ou de deux fois par semaine en contre-saison, en récoltant régulièrement et fréquemment le sperme (2-3 fois par semaine) et en recourant à des programmes d'éclairement artificiel (voir page 26).

L'élévation de la température corporelle durant les journées chaudes peut aussi entraîner une baisse de la qualité du sperme et une infertilité temporaire. Par conséquent, il faut prévoir des abris où les béliers seront au frais durant les périodes de chaleur. Ils doivent aussi être tondus et la laine doit être intégralement enlevée du scrotum au moins 2 mois avant la monte naturelle ou l'IA, durant les mois de printemps ou d'été.

Les jeunes béliers ont une production spermatique significativement plus faible que les adultes. De plus, n'ayant pas l'expérience de la lutte naturelle, il leur faut un entraînement plus long, ils produisent de plus faibles volumes d'éjaculat et il leur faut plus de saillies par unité d'éjaculat durant la première année de service.

B.2 CONDITIONNEMENT DES BÉLIERS EN VUE DE LA RÉCOLTE DU SPERME

Le sperme peut être prélevé toute l'année en utilisant une brebis boute-en-train (figure 22A) et un vagin artificiel (figure 22B) ou par électro-éjaculation. La collecte dans un vagin artificiel est préférée à l'électro-éjaculation, car elle permet de prélever un sperme de qualité constamment meilleure et de recueillir plusieurs éjaculats sur une courte période. La plupart des béliers adultes peuvent être facilement conditionnés à monter une brebis boute-en-train en vue du prélèvement du sperme dans un vagin artificiel. La durée de cet entraînement varie avec la saison, l'âge, l'expérience sexuelle, les manipulations antérieures et le comportement.

Au départ, pendant une semaine, les brebis boute-en-train sont mises en présence des béliers pendant 2-3 heures, deux fois par jour. On incite alors les béliers à chevaucher la boute-en-train qui est immobilisée, en position debout, en présence d'un collecteur de sperme. Une fois cette étape franchie, le bélier peut être entraîné facilement à servir un vagin artificiel (figure 22A). Il est souvent possible de conditionner plus rapidement les jeunes

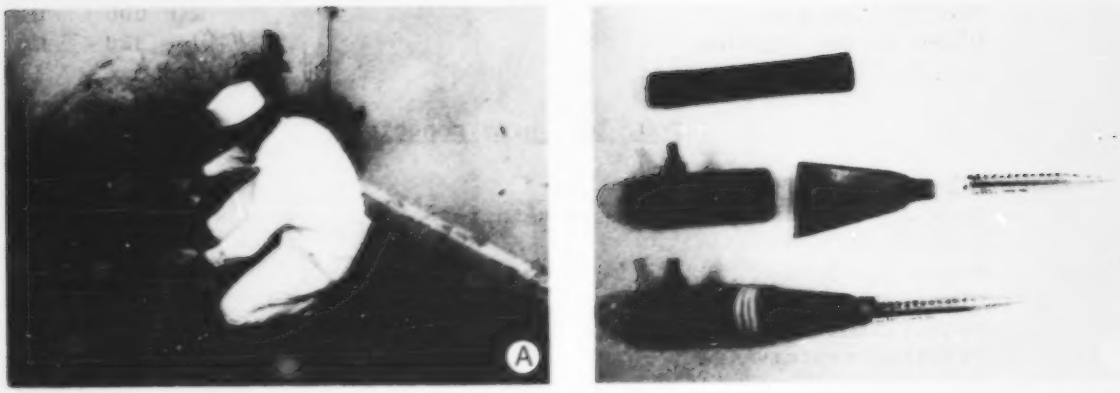


Figure 22. (A) Récolte du sperme de bélier au moyen d'un vagin artificiel et d'une brebis boute-en-train immobilisée; (B) éléments et montage d'un vagin artificiel.

béliers ou les béliers dont la libido est faible en les mettant en présence d'autres béliers chevauchant des brebis. La brebis ovariectomisée fait un boute-en-train pratique, car elle peut être induite en chaleurs, au besoin, par une injection intramusculaire de 1 mg de cypionate d'estradiol[1]. Les signes d'oestrus se manifestent 24-48 h après le traitement et durent jusqu'à 24 h.

B.3 SÉLECTION DES BÉLIERS DONNEURS DE SPERME

Les béliers sont sélectionnés en fonction de la qualité de l'éjaculat et, dans une moindre mesure, de leur aptitude à l'entraînement à l'usage d'un vagin artificiel. Ils doivent être choisis avec soin si le sperme recueilli est destiné à la congélation. Certaines études ont mis en évidence de grandes variations dans l'aptitude des spermatozoïdes de béliers différents à survivre à la congélation et à la décongélation. En général, près des deux tiers des béliers sélectionnés comme donneurs donneront du sperme qui supporte bien la congélation, c'est-à-dire qu'au moins 35 % des spermatozoïdes demeurent vivants et conservent un taux de motilité satisfaisant (3,5 au moins) après congélation et décongélation. Certains éjaculats dont l'aptitude à la congélation est acceptable ont des concentrations de spermatozoïdes

---

[1] ECP®, Tuco Products Company, Division de Upjohn, Orangeville (Ontario).

Tableau 8. Composition des dilueurs utilisés dans le conditionnement du sperme de bélier

Pour le sperme frais et pour l'évaluation du sperme congelé		
Dilueur au lait écrémé et au citrate[a]		
Poudre de lait écrémé	110,00	g
Citrate de sodium dihydraté 0,8 mM	6,69	ml
Pénicilline G	240 000	UI
Dihydrostreptomycine	300	mg
Eau distillée stérilisée	diluer à 1	litre
Pour le sperme congelé		
Dilueur au Tris-fructose[b]		
THAM (Tris(hydroxyméthyl)aminométhane)	32,56	g
D-Fructose	9,35	g
Acide citrique	17,02	g
Glycérol	20,00	ml
Pénicilline G	500 000	UI
Dihydrostreptomycine	625	mg
Eau distillée stérilisée	diluer à 1	litre
Dilueur au glycérol[c]		
Dextran B (150 000-200 000 PM)	39,53	g
Citrate de sodium dihydraté	6,88	g
TES (acide sulfonique N-tris(hydroxyméthyl)méthyl -2-aminoéthane)	1,58	g
Glycine	3,63	g
Lactose	101,88	g
Raffinose	11,86	g
Fructose	5,06	g
Glycérol	120,00	ml
Pénicilline G	500 000	UI
Dihydrostreptomycine	625	mg
Eau distillée stérilisée	diluer à 1	litre

[a]La poudre de lait écrémé et l'eau distillée sont chauffées à 92 °C pendant 10 min pour détruire une substance spermicide, la lacténine, que renferme le lait. Éviter de surchauffer ou de faire bouillir le dilueur. Après refroidissement, on y ajoute le citrate de sodium et les antibiotiques. Le dilueur peut être conservé jusqu'à 3 jours au réfrigérateur après quoi il doit être jeté et remplacé par une nouvelle préparation.

[b]On dissout les ingrédients secs dans de l'eau distillée stérilisée. Par la suite, le glycérol est ajouté et le volume amené à 1 litre avec de l'eau distillée stérilisée. Cette solution mère peut être conservée jusqu'à 14 jours au réfrigérateur. La solution employée sera constituée de huit parties de solution-mère et de deux parties de jaune d'oeuf.

[c]On dissout les ingrédients secs dans de l'eau distillée stérilisée. Par la suite, le glycérol est ajouté et le volume amené à 1 litre avec de l'eau distillée stérilisée. Le dilueur se garde jusqu'à 14 jours au réfrigérateur.

inférieures à 3 milliards par millilitre. Ils ne conviennent habituellement pas à la congélation, car le nombre de spermatozoïdes qui survivrait ne suffirait pas pour l'IA.

B.4 COLLECTE ET TRANSFORMATION DU SPERME

Le sperme frais destiné à l'insémination artificielle doit être prélevé et transformé le jour même de l'utilisation. Seuls les béliers produisant des éjaculats de grande qualité doivent être mis à contribution. Il est habituellement possible de recueillir plusieurs éjaculats en 2-5 min.

Après le prélèvement, les éjaculats sont conservés à 30 °C et leur volume, ainsi que la concentration et la motilité des spermatozoïdes, sont évalués. La concentration de spermatozoïdes est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre, principalement pour calculer le taux de dilution qui conviendra pour l'IA. La motilité des spermatozoïdes est évaluée au microscope, en pourcentage de spermatozoïdes mobiles (0-100 %) et la vitesse de déplacement (note de motilité) sur une échelle de 0 à 5 (0=aucun mouvement; 5=mouvement très rapide). Habituellement, un échantillon de sperme dont le pourcentage de motilité est d'au moins 70 % et une note de motilité d'au moins 4 convient pour l'IA.

Le sperme utilisé en frais est dilué dans un mélange de lait écrémé et de citrate (tableau 8) pour obtenir une concentration de spermatozoïdes de 900 millions par ml, refroidi à 16 °C à un rythme d'au plus 0,3 °C par min (figure 23). Le sperme dilué se conserve jusqu'à 12 heures sans perte appréciable de son pouvoir fécondant. Le dilueur apporte les éléments nutritifs nécessaires aux spermatozoïdes, agit comme tampon et empêche les fluctuations du pH, maintient l'équilibre électrolytique et assure une protection contre "le choc thermique" lorsque le sperme est refroidi à la température de conservation. Un seul éjaculat dilué peut inséminer jusqu'à 12 brebis.

Le sperme à congeler est au départ dilué à une concentration de 2,2-2,3 milliards de spermatozoïdes par ml avec du Tris-fructose (tableau 8) à 30 °C. Le sperme dilué est refroidi à 5 °C, à un rythme ne devant pas dépasser 0,3 °C par min. Il est de nouveau dilué par l'addition au compte-gouttes, pendant 30 min, d'une partie de dilueur glycérolé (tableau 8) à deux parties de sperme dilué au Tris-fructose. Après la mise en des paillettes plastiques de 0,5 ml et équilibration à 5 °C pendant 2-6 heures de plus, le sperme dilué est refroidi à -100 °C dans un congélateur programmable à un rythme de 20 °C par min avant d'être placé dans de l'azote liquide (-196 °C) pour la conservation (figure 23).

Pour l'évaluation de routine, les paillettes de sperme dilué congelé sont dégelées dans un bain-marie à 60 °C pendant 8 secondes, et leur contenu versé dans 2 ml du dilueur au lait écrémé et au citrate (tableau 8) à 37 °C. Les paramètres de motilité des spermatozoïdes sont appréciés immédiatement après la décongélation et de nouveau après l'incubation pendant 2 heures à 37 °C. Seuls les lots de sperme renfermant au moins 35 % de spermatozoïdes mobiles après la congélation et la décongélation sont utilisés pour l'IA. Les paillettes d'insémination artificielle sont dégelées juste avant l'usage, de la même façon. Le sperme dilué dégelé est injecté à l'animal sans autre dilution.

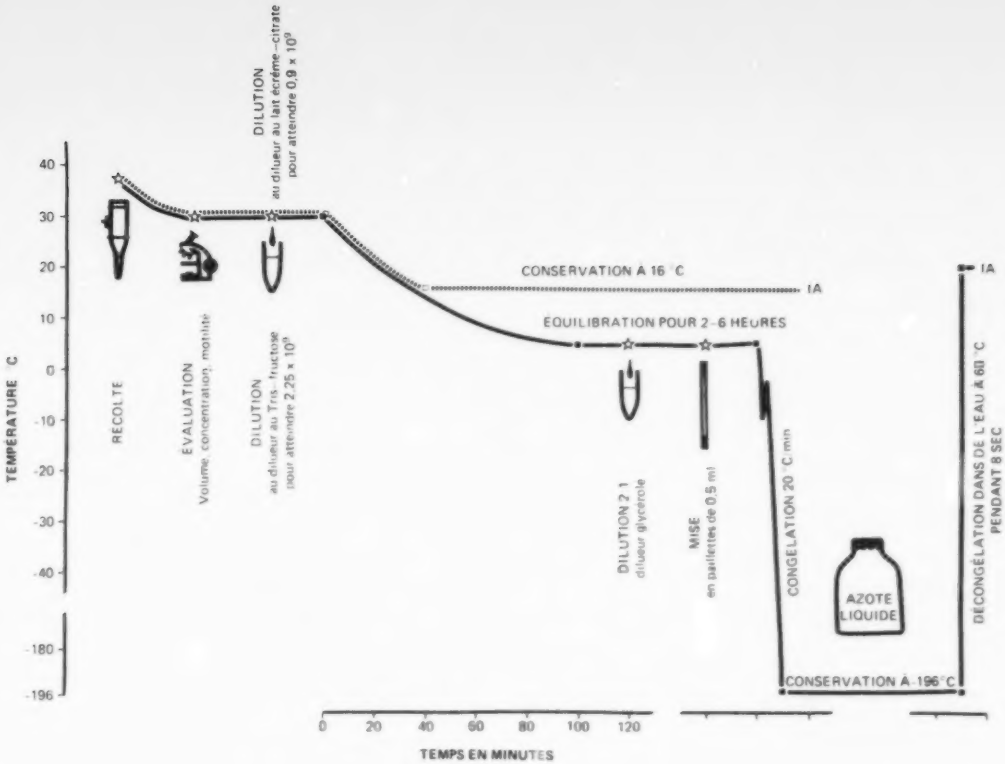


Figure 23. Méthodes de conditionnement du sperme de bélier. Ligne pointillée=sperme frais: ligne continue=sperme congelé.

B.5 INSÉMINATION ARTIFICIELLE

L'insémination artificielle n'est pas d'un usage pratique dans les conditions d'élevage d'Amérique du Nord, à moins qu'elle ne soit associée à la synchronisation de l'oestrus pour permettre l'IA d'un groupe de brebis à un moment prédéterminé. Les brebis fécondées par IA reçoivent 55 heures après le retrait des éponges et l'administration de PMSG, 0,5 ml de sperme dilué renfermant au minimum 300 millions de spermatozoïdes mobiles (figure 24). Les brebis adultes inséminées avec du sperme frais ont, régulièrement, des taux d'agnelage de 65-70 %, taux comparables aux valeurs obtenues avec la lutte naturelle à l'oestrus synchronisé.

L'insémination du mouton est plus difficile que celle des bovins, car il est impossible de repérer le col de l'utérus par palpation rectale, et le sperme ne peut être mis en place directement dans l'utérus, car le col est étroit et fortement convoluté. L'inséminateur doit localiser visuellement le col (figure 25) puis déposer le sperme dans l'ouverture cervicale externe ou, si possible, dans le premier pli utérin.

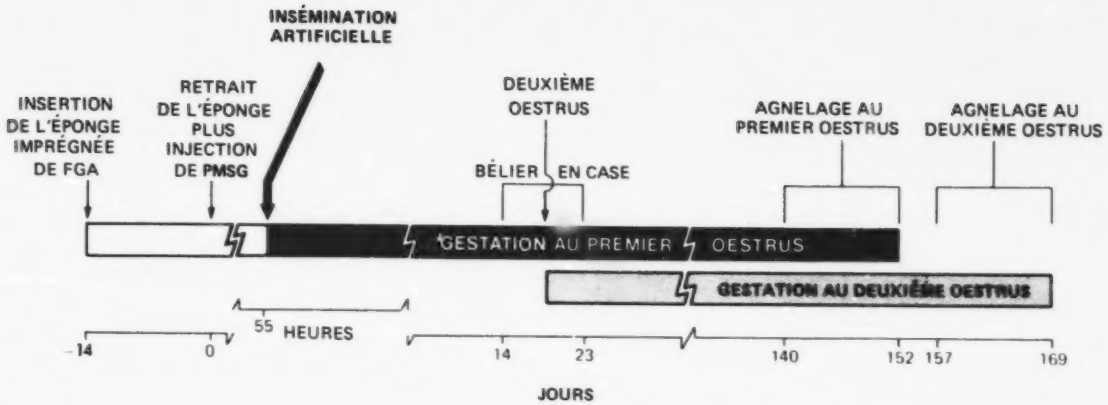


Figure 24. Calendrier d'accouplement et d'agnelage des brebis inséminées artificiellement à l'oestrus synchronisé et fécondées par lutte naturelle au retour de l'oestrus.

Il faut des installations appropriées de manutention des brebis pour que l'insémination artificielle ait lieu dans les meilleures conditions possibles, car le stress dû à des manipulations excessives peut abaisser le taux de conception. Pour inséminer un grand nombre de brebis, ces dernières sont confinées dans les stalles de contention d'un carrousel rotatif (figure 26), qui réduit grandement la main-d'oeuvre nécessaire et accélère l'insémination. Pendant l'insémination d'une brebis, une autre est amenée sur le carrousel, juste avant que la brebis qui vient d'être inséminée ne soit enlevée. Le carrousel tourne alors pour placer la brebis suivante en position pour l'IA. Il est possible d'inséminer 60-80 brebis par heure avec cette installation.

Pour inséminer un petit nombre de brebis, une bonne façon de procéder est de les immobiliser en surélevant leur quartier arrière sur un rail ou une balle de foin ou de paille pendant le repérage du col de l'utérus et la mise en place du sperme. Une lampe-stylo à pile incorporée à l'applicateur utilisé pour insérer les éponges, ou une lampe de chapeau et un applicateur facilitent la localisation du col de l'utérus (figure 27). Le spéculum à bord recourbé est un autre instrument qui convient, mais dans ce cas, il faut absolument surélever le derrière de la brebis.

Figure 25. Localisation à vue du col de l'utérus et insémination artificielle.

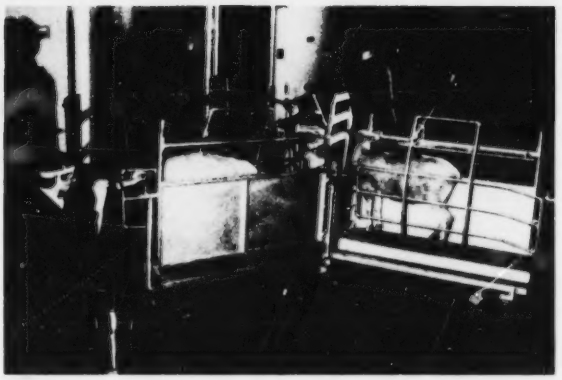


Figure 26. Carrousel rotatif pour l'insémination artificielle d'un grand nombre de brebis.

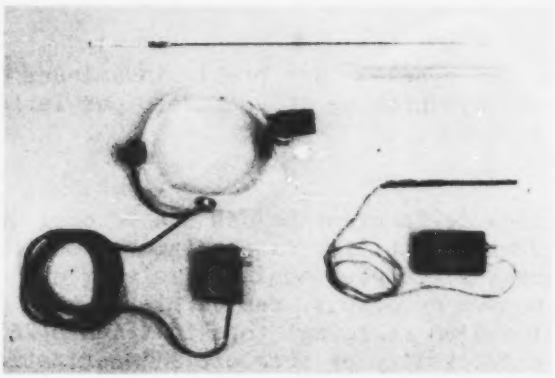


Figure 27. Lampe de chapeau et lampe-stylo de poche à piles incorporées pour l'insémination artificielle.

ANNEXE C — DIAGNOSTIC DE GESTATION DE BREBIS SYNCHRONISÉES AU MOYEN D'ÉQUIPEMENT PORTATIF AUX ULTRASONS

Le diagnostic de la gestation des brebis doit être réalisé environ 70 jours après le retrait des éponges (figure 28). La brebis est immobilisée en position debout. Pour repérer l'utérus plein de liquide de la brebis gravide, on place la sonde sur le côté droit de l'abdomen (pour éviter le rumen), à plusieurs centimètres en avant de la mamelle, sur une surface dénudée de laine (figure 29). On étale plusieurs gouttes d'huile végétale ou minérale sur la sonde pour augmenter le contact avec la peau et chasser l'air. À l'occasion, il faudra repositionner la sonde avant d'obtenir un bon contact avec la peau et un signal clair. La sonde émet des pulsations ultrasoniques et enregistre leur écho. Lorsque ces signaux ultrasoniques traversent une zone remplie de liquide, comme l'utérus d'une bête gravide, aucun écho n'est réfléchi; ainsi, l'absence d'écho est un signe de gestation. Il faut veiller soigneusement à orienter la sonde légèrement vers l'avant et à environ 45° vers le haut de l'abdomen, en direction d'un point situé sur le côté gauche, derrière la dernière côte. Autrement, les signaux passeront à travers la vessie, derrière l'utérus.

Pour que le diagnostic soit plus sûr, les brebis doivent être privées d'eau au moins 12 heures avant l'épreuve. Les brebis trouvées gravides 70 jours après le retrait de l'éponge peuvent être mises à part des autres, car un diagnostic positif à ce moment-là est précis à 95 % près. Les cas négatifs

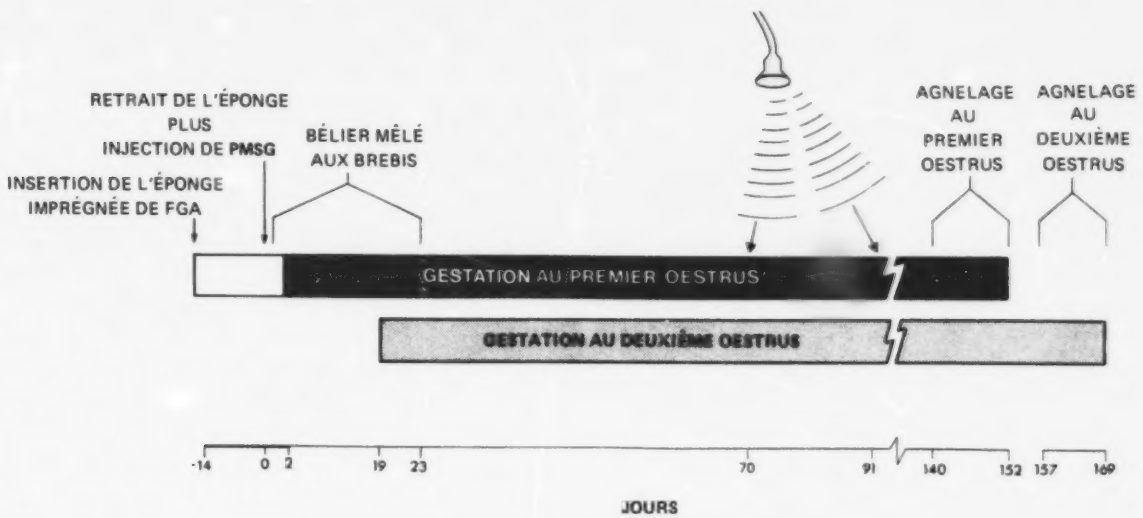


Figure 28. Protocole de diagnostic de la gestation par ultrasons chez les brebis fécondées à l'oestrus synchronisé (extrait de la référence 143).

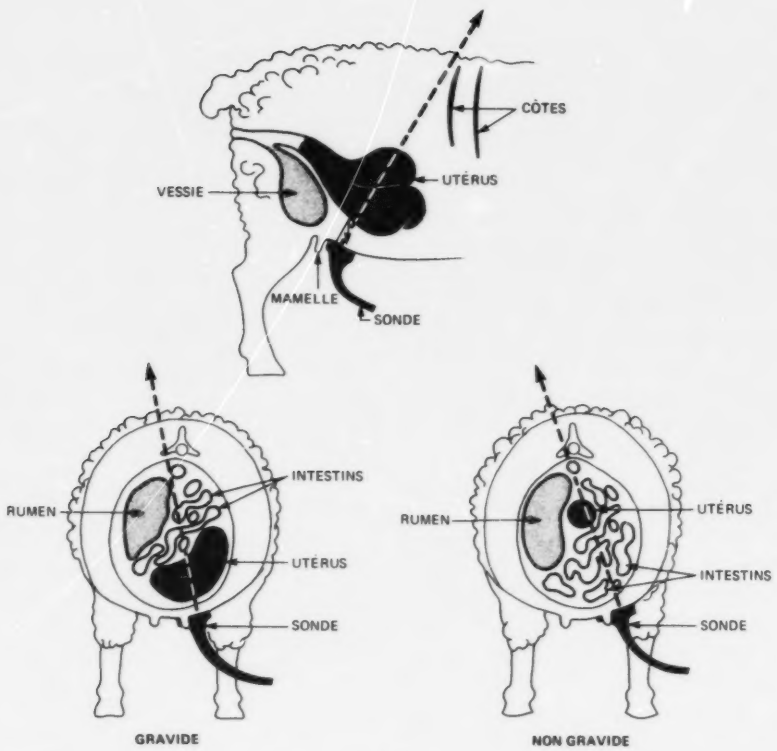


Figure 29. Emplacement schématique de la sonde ultrasonique utilisée pour le diagnostic de la gestation (extrait de la référence 143).

doivent être soumis à une nouvelle épreuve environ 3 semaines plus tard, après quoi, pratiquement toutes les brebis gravides auront été décelées, et le nombre de cas de gestation non diagnostiqués baissera à environ 1 %.

La principale raison pour laquelle la gestation n'est pas décelée chez quelques brebis gravides lors de la première épreuve au 70^{e} jour tient de ce qu'elles ne sont fécondées qu'au deuxième oestrus: la fécondation ne date donc que d'environ 51 jours à la première épreuve (figure 28) et d'environ 72 jours au moment du deuxième diagnostic. L'expérience montre que les portées simples passent plus fréquemment inaperçues que les portées multiples lorsque les brebis sont pleines depuis moins de 70 jours. La relative facilité avec laquelle des portées d'au moins deux agneaux peuvent être décelées au début de la gestation est probablement attribuable à la présence de plus gros volumes des humeurs foetales dans l'utérus.

Le Scanopreg II®[1] est l'appareil ultrasonique présentant la plus grande facilité d'emploi et autorisant le diagnostic le plus précis qui ait été éprouvé et évalué par le CRZ.

---

[1]Modèle 738®, Scanco Inc., Ithaca (NY).

ANNEXE D — ÉLEVAGE ARTIFICIEL DES AGNEAUX

L'élevage artificiel consiste à éloigner les très jeunes agneaux de leur mère et à les nourrir à l'aliment d'allaitement. Cette pratique connaît une faveur grandissante, peut-être parce que l'on emploie maintenant des races prolifiques qui mettent au monde plus d'agneaux que la mère ne peut en nourrir elle-même. Le mode de conduite est le plus important facteur particulier qui préside au succès de l'allaitement artificiel. En plus de l'outil précieux que constitue une publication[1] du ministère de l'Agriculture du Canada, les travaux du CRZ ont permis de recueillir des données supplémentaires qui peuvent améliorer l'efficience et diminuer le coût de l'allaitement artificiel. Cette section présente les résultats des recherches qui ont servi à la formulation de recommandations sur les systèmes d'élevage artificiel.

D.1 CHOIX DE L'ALIMENT D'ALLAITEMENT

Les agneaux atteignent une meilleure performance lorsqu'ils reçoivent une formulation spéciale d'aliment d'allaitement pour agneau maintenant vendue par plusieurs grandes sociétés d'aliments du bétail, qui renferme au moins 24 % de matière grasse. Il n'est pas nécessaire que les teneurs en matière grasse soient plus élevées (on recommande et on utilise souvent jusqu'à 30 % de matière grasse), d'autant plus que le prix augmente inutilement (voir page 14). Toutes les protéines absorbées proviennent de produits laitiers déshydratés par pulvérisation. La graisse peut provenir de produits combinant du suif de grande qualité, du saindoux, de la matière grasse du lait, de l'huile de coprah ou de soja. Les autres huiles végétales ne sont pas à conseiller.

Les agneaux peuvent être élevés sans difficulté au lait de vache entier, si on en trouve à bon marché, ou avec un aliment d'allaitement pour veau de grande qualité. Cependant, ne doivent être considérés que les lactoremplaceurs pour veau de grande qualité (ceux qui renferment au moins 20 % de matière grasse et 20 % de protéines issues de produits laitiers déshydratés par pulvérisation). Les aliments d'allaitement de moins bonne qualité et, partant, moins coûteux, contiennent souvent moins de matière grasse ou de protéines ou encore une partie des protéines dérive peut-être de produits végétaux. Ces produits de qualité moindre doivent être évités, car il est peu probable qu'ils conviendraient aux agneaux. Bien que les gains pondéraux atteints avec le lait de vache entier ou l'aliment d'allaitement pour veau soient d'environ 90 % des gains obtenus avec les préparations spéciales de lactoremplaceurs pour agneau (voir page 15), leur emploi demeure économique, car la réduction des coûts peut compenser la légère baisse de performance des agneaux.

---

[1] Élevage artificiel des agneaux (1982). Direction générale des communications, ministère de l'Agriculture du Canada, Ottawa (Ontario), publication 1507/F, 25 pp.

D.2 RECONSTITUTION ET DISTRIBUTION DE L'ALIMENT D'ALLAITEMENT

Les lactoremplaceurs commerciaux doivent être reconstitués selon les instructions du fabricant. Habituellement, la combinaison d'une partie en poids de poudre à quatre ou cinq parties en poids d'eau donnera le mélange à 16-20 % d'extrait sec recommandé. Le mélange a lieu plus facilement dans l'eau tiède. L'aliment reconstitué sera refroidi à environ 4 °C pour la conservation ou avant d'être servi aux agneaux si on recourt à l'allaitement froid.

Si le nombre d'agneaux est faible, ils peuvent être nourris au biberon. Toutefois, s'ils sont plus nombreux, il faudra un système de distribution à volonté pour réduire le coût de la main-d'oeuvre. Il existe de nombreux systèmes de distribution, allant des bidons à tétines multiples aux lactoducs compliqués en passant par les rampes à tétines. Le choix du système dépend du nombre d'agneaux à nourrir et des situations particulières ou des préférences. Indépendamment du système de distribution à volonté adopté, chaque tétine peut nourrir plusieurs agneaux. Dans le cas de l'alimentation à volonté, il est recommandé de servir l'aliment d'allaitement froid pour éliminer les troubles de la digestion, comme la météorisation de la caillette. Toutefois, les recherches effectuées au CRZ ont montré qu'en plus de retarder la prolifération bactérienne et d'empêcher la substance de surir, l'adjonction de 0,05-0,1 % de formaline au lactoremplaceur reconstitué élimine également les troubles digestifs (voir page 15), ce qui laisse croire que le lactoremplaceur pourrait être administré à volonté, sans risque, à la température ambiante. Par conséquent, le choix sera orienté par le coût global.

D.3 CONDUITE DE L'ÉLEVAGE DES AGNEAUX

Les agneaux destinés à l'allaitement artificiel doivent téter leur mère au moins dans les 6 heures suivant la naissance pour absorber du colostrum. Le colostrum est une bonne source d'anticorps qui l'aidera à résister aux maladies et aux infections. C'est aussi un laxatif léger, riche en éléments nutritifs, qui facilite le déclenchement des contractions normales des intestins. Si pour une raison quelconque, le colostrum est insuffisant, on peut donner à l'agneau celui d'une autre brebis. Le colostrum congelé, réchauffé à la température du corps et administré au biberon constitue un bon produit de remplacement. Bien qu'il soit préférable d'utiliser du colostrum de brebis congelé, le colostrum de vache fournit également les anticorps nécessaires à l'agneau à sevrer. Il faut au moins 50 ml de colostrum par kg de poids de l'agneau pour conférer une bonne résistance à la maladie.

Les installations d'allaitement artificiel doivent être dans un environnement chaud, sec et à l'abri des courants d'air. Les agneaux ne doivent pas voir ni entendre leur mère. La plupart des agneaux doivent être entraînés à boire en leur plaçant une tétine dans la bouche et en bougeant les mâchoires pour simuler la tétée. Il suffit habituellement de plusieurs séances à quelques heures d'intervalle. Bien qu'il soit important que chaque agneau apprenne à téter de lui-même, il faut éviter de trop nombreuses manipulations, car il pourrait s'habituer à ne boire qu'en présence de celui qui en prend soin. Plus tôt les agneaux seront retirés des brebis, après avoir absorbé du colostrum, plus il sera facile de les conditionner. Le fait

de laisser quelques heures s'écouler avant de mettre les agneaux en présence des tétines artificielles facilite également l'entraînement, et souvent il suffira d'une ou deux séances d'apprentissage.

Il est très important que les agneaux aient accès à tout moment à de l'eau et à un aliment complémentaire appétent, de grande qualité, pour les habituer aux aliments secs et pour stimuler le développement du rumen. Il est aussi important de veiller à ce que tous les agneaux connaissent la source d'eau une fois sevrés. L'expérience du CRZ révèle que quelques agneaux qui savaient bien trouver le lactoremplaceur n'avaient pas commencé à boire de l'eau. À moins de mesures correctrices, la déshydratation qui s'ensuivra peut entraîner la mort.

D.4 SEVRAGE PRÉCOCE DES AGNEAUX

Vu le coût élevé des aliments d'allaitement, l'alimentation liquide devrait être aussi brève que possible pour réduire les frais. Les agneaux devraient en être sevrés à 21 jours. Bien que si le sevrage a lieu après 28 jours, les agneaux auront un poids d'environ 1 kg plus élevé à 70-90 jours, ce gain ne suffit pas pour compenser le coût des quantités additionnelles de lactoremplaceur nécessaires (voir page 14). Par conséquent, le retard du sevrage d'une semaine ne se justifie pas économiquement. Seule exception possible, les agneaux qui sont encore très petits à 21 jours. L'expérience du Centre montre que les agneaux de moins de 6 kg de poids vif profitent d'une semaine supplémentaire d'allaitement à l'aliment d'allaitement.

ANNEXE E — TECHNIQUES ET ÉQUIPEMENT SPÉCIAUX POUR L'ÉTUDE DE LA DIGESTION ET DE L'ABSORPTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Le CRZ a mis au point une cage à métabolisme en plastique adaptée aux ovins (68) (figure 30B). La cage peut servir dans les travaux expérimentaux sur les oligo-éléments minéraux, car elle ne compte aucune partie métallique. De plus, elle a été conçue pour assurer un accès facile aux fistules réentrantes et aux fistules ruminales. Elle peut être rapidement lavée et décontaminée après les essais aux radio-isotopes.

Un distributeur automatique d'aliments (156) a été mis au point avec la collaboration de techniciens du Centre de recherches techniques et de statistiques du ministère de l'Agriculture du Canada. Ce nourrisseur (figure 31A) permet de contrôler la distribution individuelle d'aliments à un ou deux moutons placés dans les cages à métabolisme ou dans les parquets au sol.

Des techniques de fistulation réentrante pour l'exploration du petit intestin des ovins (figure 30A) ont été mises au point avec la collaboration du Conseil national de recherches du Canada (85). Une seule fistule a été complètement évaluée et est offerte dans le commerce[1]. La fistule doit être insérée dans le tractus intestinal par une petite incision. L'intestin n'est pas sectionné complètement ce qui entrave moins le péristaltisme normal (149). La fistule peut être employée pour la collecte continue, l'échantillonnage et le retour du digesta dans le tractus intestinal.

En complément de la fistule réentrante, un système automatisé, polyvalent, pour le prélèvement du digesta duodénal, a été mis au point de concert avec le Centre de recherches techniques et de statistiques. Le système (125,161) comporte un dispositif d'échantillonnage (figure 31B) programmable qui peut fonctionner en milieu anaérobie. Le digesta du mouton est pompé dans le dispositif, mélangé, l'échantillon prélevé et le reste refoulé dans le circuit de retour relié à l'animal. Le digesta s'écoule alors par gravité dans l'intestin, après l'addition du digesta d'un donneur pour remplacer le volume de l'échantillon prélevé. Le digesta est automatiquement réfrigéré en pénétrant dans le dispositif et réchauffé à la température corporelle avant d'être réinjecté à l'animal. La vitesse d'écoulement et la durée de l'échantillonnage peuvent être enregistrées. Le digesta peut être réadministré à l'animal d'origine (figure 31C) ou à un autre (figure 31D). Le dispositif peut être employé avec les ovins et les bovins, en milieux aérobies ou anaérobies. Il se lave et se décontamine facilement.

La cage de plastique, le nourrisseur automatique, les dispositifs de fistulation réentrante et d'échantillonnage du digesta sont des éléments clés des techniques utilisées en recherches fondamentales et appliquées sur la digestion des ruminants.

---

[1]Ketchum Manufacturing Sales Ltée., Ottawa (Ontario).

Figure 30. (A) Brebis et fistule réentrante duodénale; (B) cage de métabolisme et récolte du digesta.

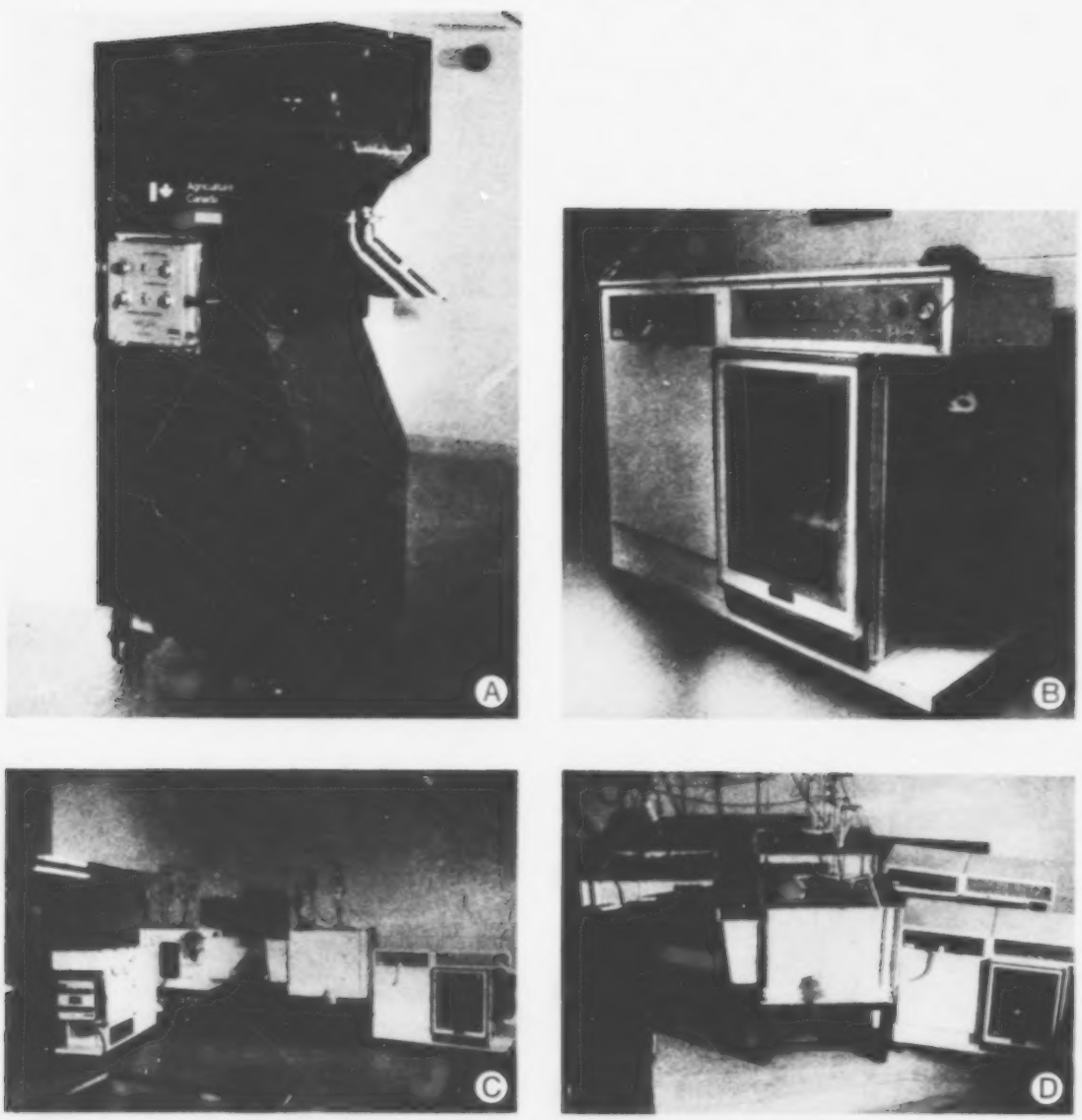


Figure 31. (A) Dispositif d'allaitement automatique pour l'alimentation contrôlée; (B) système de prélèvement automatisé du digesta duodénal; (C) utilisation de (A) et de (B) pour l'alimentation en continu des moutons individuellement; (D) échange de digesta entre trois moutons (extrait de la référence 161).

6. BIBLIOGRAPHIE

*L'astérisque indique que la référence a été citée dans le texte.

1968-70

1. Hidiroglou, M.; Hoffman, I.; Jenkins, K.J. 1969. Selenium distribution and radiotocopherol metabolism in the pregnant ewe and fetal lamb. Can. J. Physiol. Pharmacol. 47:953-962.

2. Hidiroglou, M.; Hoffman, I.; Jenkins, K.J. 1970. Selenium distribution and radiotocopherol metabolism in the pregnant ewe and foetal lamb. Pages 272-274 dans Mills, C.F. éd., Trace element metabolism in animals. E. & S. Livingston, Édimbourg (Ecosse).

3. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J.; Carson, R.B.; Mackay, R.R. 1968. Some aspects of selenium metabolism in normal and dystrophic sheep. Can. J. Anim. Sci. 48:335-346.

4. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J.; Lessard, J.R.; Carson, R.B. 1970. Metabolism of vitamin E in sheep. Br. J. Nutr. 24:917-928.

5. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M. 1968. Selenium - poison and essential element. Can. Agric. 13(4):18-20.

6. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M.; Mackay, R.R.; Proulx, J.G. 1970. Influence of selenium and linoleic acid on the development of nutritional muscular dystrophy in beef calves, lambs and rabbits. Can. J. Anim. Sci. 50:137-146.

7.* Lodge, G.A.; Heaney, D.P. 1970. Energy cost of pregnancy in the ewe. European Association of Animal Production Publ. 13:109-112.

8. Robertson, H.A. 1970. The endogenous control of oestrus and ovulation in sheep, cattle, and swine. Vitam. Horm. 27:91-130.

9. Robertson, H.A. 1970. A very early pregnancy diagnosis test for livestock. Canadex 400.30.

10. Peters, H.F. 1970. Sheep reproduction. Canadex 430.

11. Peters, H.F. 1970. Management approach to economic lamb production. Can. Wool Grower XL(4):11.

1971-72

12. Hidiroglou, M.; Hoffman, I.; Jenkins, K.J.; Mackay, R.R. 1971. Control of nutritional muscular dystrophy in lambs by selenium implantation. Anim. Prod. 13:315-321.

13. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J. 1971. Serum levels of magnesium, iron, and zinc in normal and dystrophic sheep. Can. J. Anim. Sci. 51:803-806.

14. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J. 1971. Pellets control nutritional muscular dystrophy (NMD). Canadex 401.660.

15. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J. 1972. The effects of phytol and ethanol on the fate of radiotocopherol in sheep. Can. J. Anim. Sci. 52:505-510.

16. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J.; Corner, A.H. 1972. Control of nutritional muscular dystrophy in lambs by vitamin E implantations. Can. J. Anim. Sci. 52:511-516.

17. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M. 1971. Transmission of selenium as selenite and as selenomethionine from ewe to lamb via milk using selenium-75. Can. J. Anim. Sci. 51:389-403.

18. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M. 1972. A review of selenium/vitamin E responsive problems in livestock: A case for selenium as a feed additive in Canada. Can. J. Anim. Sci. 52:591-620.

19. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M. 1972. Manque de sélénium et de vitamine E chez le bétail. Canadex 400.51.

20. Robertson, H.A.; Sarda, I.R. 1971. A very early pregnancy test for mammals. Its application to the cow, ewe and sow. J. Endocrinol. 49:407-419.

1973-74

21.* Gowe, R.S.; Barr, G.R.; Peters, H.F. 1974. A multi-disciplinary approach to the development of intensive animal systems for Canada. Proc. Br. Soc. Anim. Prod. 3:69-83.

22. Heaney, D.P.; Lodge, G.A. 1974. Energy metabolism during late pregnancy in the ewe. European Association of Animal Production Publ. 14:123-126.

23. Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J. 1973. Influence de la défaunation sur l'utilisation de la sélénométhionine chez le mouton. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 14:157-165.

24. Jenkins, K.J.; Hidiroglou, M.; Wauthy, J.M.; Proulx, J.E. 1974. Prevention of nutritional muscular dystrophy in calves and lambs by selenium and vitamin E additions to the maternal mineral supplement. Can. J. Anim. Sci. 54:49-60.

25.* Lodge, G.A.; Heaney, D.P. 1973. Composition of weight change in the pregnant ewe. Can. J. Anim. Sci. 53:95-105.

26.* Lodge, G.A.; Heaney, D.P. 1973. The energy cost of pregnancy in single and twin-bearing ewes. Can. J. Anim. Sci. 53:479-489.

27.* Peters, H.F.; Heaney, D.P. 1974. Factors influencing the growth of lambs reared artificially or with their dams. Can. J. Anim. Sci. 54:9-18.

28.* Peters, H.F.; Heaney, D.P. 1974. Heterosis, breed-of-sire and breed-of-dam effects on growth rates of lambs reared artificially or with their dams. Can. J. Anim. Sci. 54:19-22.

29. Sarda, I.R.; Robertson, H.A.; Smeaton, T.C. 1973. Sequential changes in plasma progesterone levels in the ewe during the estrous cycle, and during pregnancy in intact and ovariectomized sheep. Can. J. Anim. Sci. 53:25-34.

30. Tsang, C.P.W. 1974. Changes in plasma levels of estrone sulphate and estrone in the pregnant ewe around parturition. Steroids 23:855-868.

31. Walton, P.; Robertson, H.A. 1974. The reproductive performance of Finnish Landrace ewes mated twice yearly. Can. J. Anim. Sci. 54:35-40.

1975-76

32.* Heaney, D.P.; Ibrahim, E.A. 1975. Rumen development in artificially reared lambs. Can. J. Anim. Sci. 55:476 (Sommaire).

33.* Heaney, D.P.; Lodge, G.A. 1975. Body composition and energy metabolism during late pregnancy in the ad libitum fed ewe. Can. J. Anim. Sci. 55:545-555.

34. Hidiroglou, M.; Shearer, D.A. 1975. Concentration of manganese in the tissues of cycling and anestrous ewes. Can. J. Comp. Med. 40:306-309.

35. Hunsaker, W.G.; Reiser, B.; Wolynetz, M.S. 1976. Vaginal temperature rhythms in sheep. Int. J. Chronobiol. 4:151-162.

36.* Lodge, G.A.; Heaney, D.P. 1975. Influence of feed allowance during pregnancy on reproductive performance of ewes and growth of suckled and artificially reared lambs. Can. J. Anim. Sci. 55:533-544.

37. Mitchell, D.; Hidiroglou, M.; Jenkins, K.J. 1975. Reproductive performance in ewes on a low-selenium diet. Can. J. Anim. Sci. 55:513-517.

38. Peters, H.F.; Shrestha, J.N.B.; Heaney, D.P. 1976. Purebred and crossbred performance of paternal half-sibs in lamb growth traits. Can. J. Genet. Cytol. 18:571 (Sommaire).

39.* Shrestha, J.N.B.; Corbin, B.S.; Gavora, J.S.; Hackett, A.J.; Harris, D.L.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Peters, H.F.; Reid, S.M. 1976. Developing a sheep information processing system. J. Anim. Sci. 42:1343-1344 (Sommaire).

40. Tsang, C.P.W. 1976. Metabolism of 4-^{14}C-estrone by sheep erythrocytes around the time of parturition. Can. J. Biochem. 54:666-669.

1977-78

41. Ainsworth, L.; Hackett, A.J.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Peters, H.F. 1977. A multidisciplinary approach to the development of controlled breeding and intensive production systems for sheep. Pages 101-108 dans Proceedings of the Symposium on Management of Reproduction in Sheep and Goats. Univ. Wisconsin, Madison (WI).

42.* Ainsworth, L.; Hackett, A.J.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Peters, H.F. 1977. Canadian systems ... controlled breeding and intensive production. Sheep Breeder and Sheepman 97(12):14-20.

43. Ainsworth, L.; Hackett, A.J.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Peters, H.F. 1978. ARI - an overview. Sheep Can. 3(2):15-19, et 3(3):6-9.

44. Hidiroglou, M. 1977. Effect of diet on the metabolism of labelled tocopherol in sheep. Br. J. Nutr. 37:215-225.

45. Hidiroglou, M.; Ho, S.K.; Standish, J.F. 1978. Effects of dietary manganese levels on reproductive performance of ewes and on tissue mineral composition of ewes and day-old lambs. Can. J. Anim. Sci. 58:35-41.

46. Ivan, M. 1977. A new method for re-entrant cannulation of the duodenum in sheep. Can. J. Anim. Sci. 57:225-227.

47. Tsang, C.P.W. 1978. Plasma levels of estrone sulfate, free estrogens and progesterone in the pregnant ewe throughout gestation. Theriogenology 10:97-110.

1979

48. Ainsworth, L.; Hackett, A.J.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Peters, H.F.; Shrestha, J.N.B. 1979. Intensive rearing systems for sheep production. Pages 610-617 dans Luchok, J. éd., Hill lands - proceedings of an international symposium. West Virginia University Books, Office of Publications, Morgantown (WV).

49. Hackett, A.J.; Inskeep, E.K.; Robertson, H.A.; Shrestha, J.N.B.; Wolynetz, M.S. 1979. Comparison of artificial insemination and natural mating on reproductive performance of five strains of sheep during the anestrous season in an intensive system. Can. J. Anim. Sci. 59:675-683.

50. Hidiroglou, M. 1979. Manganese in ruminant nutrition. A review. Can. J. Anim. Sci. 59:217-236.

51. Hidiroglou, M. 1979. Trace element deficiencies and fertility in ruminants. A review. J. Dairy Sci. 62:1195-1206.

52. Hunsaker, W.G.; Wolynetz, M.S. 1979. Vaginal temperature and eating, drinking, standing and walking activity rhythms in four anestrous Finnish-Landrace ewes. Can. J. Anim. Sci. 59:11-23.

53. Hunsaker, W.G.; Wolynetz, M.S. 1979. A study of free-running rhythms in sheep. Int. J. Chronobiol. 6:219-230.

54. Ivan, M. 1979. Metabolism of radiomanganese and radiozinc in sheep - effects of intraruminal dosing with nitrilotriacetic acid. Can. J. Anim. Sci. 59:283-289.

55. Ivan, M.; Ihnat, M.; Hidiroglou, M. 1979. Effect of nitrilotriacetic acid on apparent absorption and duodenal flow of manganese, iron, zinc and copper in sheep. Can. J. Anim. Sci. 59:273-281.

56. Ivan, M.; Jui, P.; Hidiroglou, M. 1979. The effects of nitrilotriacetic acid on solubilities of zinc, copper, manganese and iron in the stomach of sheep. Can. J. Physiol. Pharmacol. 57:369-374.

57.* Langford, G.A.; Marcus, G.J.; Hackett, A.J.; Ainsworth, L.; Wolynetz, M.S.; Peters, H.F. 1979. A comparison of fresh and frozen semen in the insemination of confined sheep. Can. J. Anim. Sci. 59:685-691.

58. Marcus, G.J.; Ainsworth, L.; Lucis, R. 1979. Cholesterol biosynthesis and progesterone production by chorionic cells of the early sheep conceptus in vitro. Steroids 34:295-303.

59. Marcus, G.J.; Lucis, R.; Ainsworth, L. 1979. Metabolism of progesterone by chorionic cells of the early sheep conceptus in vitro. Steroids 34:807-815.

60. Tsang, C.P.W.; Hackett, A.J. 1979. Metabolism of progesterone in the pregnant sheep near term: identification of 3β-hydroxy-5α-pregnan-20-one 3-sulfate as a major metabolite. Steroids 33:577-588.

61. Tsang, C.P.W.; Hackett, A.J. 1979. Metabolism of estrone sulfate in the pregnant sheep. Theriogenology 11:429-439.

1980

62. Ainsworth, L. 1980. Controlled lamb production. Sheep Can. 5(4):13-17.

63.* Fortin, A. 1980. Fat thickness measured with three ultrasonic instruments on live ram lambs as predictors of cutability. Can. J. Anim. Sci. 60:857-867.

64.* Hackett, A.J.; Robertson, H.A. 1980. Effect of dose and time of injection of prostaglandin $F_{2\alpha}$ in cycling ewes. Theriogenology 13:347-351.

65. Heaney, D.P.; Ainsworth, L.; Batra, T.R.; Fiser, P.S.; Hackett, A.J.; Langford, G.A.; Lee, A.J. 1980. Recherches pour la production intensive du mouton en stabulation. Bull. Tech. n° 2., Agric. Can., Cent. Rech. Zootech., Ottawa (Ont.). 57 pp.

66. Hidiroglou, M. 1980. Zinc, copper and manganese deficiencies and the ruminant skeleton: A review. Can. J. Anim. Sci. 60:579-590.

67. Hidiroglou, M. 1980. Trace elements in the fetal and neonate ruminant: A review. Can. Vet. J. 21:328-335.

68.* Ivan, M.; Hidiroglou, M. 1980. The Ottawa plastic metabolism cage for sheep. Can. J. Anim. Sci. 60:539-541.

69. Ivan, M.; Hidiroglou, M. 1980. Effect of dietary manganese on growth and manganese metabolism in sheep. J. Dairy Sci. 63:385-390.

70.* Langford, G.A.; Fiser, P.S. 1980. Influence of storage temperature and duration of storage on the fertilizing capacity of extended ram semen. J. Anim. Sci. 51(Suppl. 1):295 (Sommaire).

71.* Langford, G.A.; Hackett, A.J. 1980. Dose related effects of PMSG in breeding confined sheep by artificial insemination. Can. J. Anim. Sci. 60:562-563 (Sommaire).

72.* Langford, G.A.; Marcus, G.J.; Hackett, A.J.; Ainsworth, L.; Wolynetz, M.S. 1980. Influence of estradiol-17β on fertility in confined sheep inseminated with frozen semen. J. Anim. Sci. 51:911-916.

73. Robertson, H.A.; Chan, J.S.D.; Hackett, A.J.; Marcus, G.J.; Friesen, H.G. 1980. The diagnosis of pregnancy in the ewe at mid-gestation. Anim. Reprod. Sci. 3:69-71.

1981

74. Ainsworth, L.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Hackett, A.J.; Fiser, P.S.; Shrestha, J.N.B. 1981. Utilisation d'éponges vaginales imprégnées de progestagène et insémination artificielle dans les programmes de contrôle de la reproduction chez les ovins. Suppl. Bull. Tech. n° 2., Agric. Can., Cent. Rech. Zootech., Ottawa (Ont.). 10 pp.

75.* Fiser, P.S.; Ainsworth, L.; Langford, G.A. 1981. Effect of osmolality of skim-milk diluents and thawing rate on cryosurvival of ram spermatozoa. Cryobiology 18:399-403.

76. Fiser, P.S.; Langford, G.A. 1981. The effect of sodium pentobarbital and storage time on preservation of ram spermatozoa motility at 5°C. Can. J. Anim. Sci. 61:847-851.

77.* Hackett, A.J.; Langford, G.A.; Robertson, H.A. 1981. Fertility of ewes after synchronization of estrus with prostaglandin $F_{2\alpha}$ and artificial insemination. Theriogenology 15:599-603.

78.* Hackett, A.J.; Robertson, H.A.; Penner, P.; McLaughlin, G.R. 1981. Comparison of two methods of synchronizing estrus and subsequent lambing in a commercial sheep flock. Can. J. Anim. Sci. 61:67-72.

79.* Hackett, A.J.; Robertson, H.A.; Wolynetz, M.S. 1981. Effects of prostaglandin $F_{2\alpha}$ and pregnant mares' serum gonadotrophin (PMSG) on the reproductive performance of flurogestone acetate-PMSG-treated ewes. J. Anim. Sci. 53:154-159.

80.* Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1981. Comparison of natural mating and artificial insemination on reproductive performance of three strains of sheep housed in total confinement. Can. J. Anim. Sci. 61:907-912.

81.* Heaney, D.P.; Hartin, K.; Shrestha, J.N.B.; Ainsworth, L.; Fiser, P.S.; Langford, G.A. 1981. An attempt to eradicate Maedi-Visna in sheep by hysterectomy. J. Anim. Sci. 53(Suppl. 1):181 (Sommaire).

82. Hidiroglou, M. 1981. Carence en cuivre chez les ruminants. Publ. 1723/F. Agric. Can., Ottawa (Ont.). 18 pp.

83. Hidiroglou, M.; Knipfel, J.E. 1981. Maternal-fetal relationship of copper, manganese, and sulfur in ruminants. A review. J. Dairy Sci. 64:1637-1647.

84. Ivan, M. 1981. Distribution of radiomanganese in the rumen of sheep. Can. J. Physiol. Pharmacol. 59:76-83.

85.* Ivan, M.; Johnston, D.W. 1981. Reentrant cannulation of the small intestine in sheep: cannula and surgical method. J. Anim. Sci. 52:849-856.

86. Ivan, M.; Lamand, M.; Kelleher, C.A.; Mason, J. 1981. Exchange of digesta via duodenal cannula in sheep, a technique useful for absorption studies with labelled compounds. Ann. Rech. Vet. 12:379-383.

87.* Ivan, M.; Veira, D.M. 1981. Effects of dietary protein on the solubilities of manganese, copper, zinc and iron in the rumen and abomasum of sheep. Can. J. Anim. Sci. 61:955-959.

88.* Leger, D.A.; Gowe, R.S. 1981. Centre de recherches zootechniques, Ferme de recherche, 2^{e} édition. Agric. Can., Cent. Rech. Zootech., Ottawa (Ont.). 112 pp.

89. Marcus, G.J. 1981. Prostaglandin formation by the sheep embryo and endometrium as an indication of maternal recognition of pregnancy. Biol. Reprod. 25:56-64.

90. Marcus, G.J.; Hackett, A.J.; Robertson, H.A. 1981. Ram-induced synchronization of estrus in confined ewes under controlled lighting. Can. J. Anim. Sci. 61:833-837.

91. Veira, D.M.; Ivan, M. 1981. Digestion of corn and alfalfa silages in the stomach and small intestine of sheep prepared with two re-entrant cannulas. Can. J. Anim. Sci. 61:113-119.

1982

92. Ainsworth, L.; Lachance, R.; Labrie, F. 1982. Effect of GnRH induced endogenous luteinising hormone release and exogenous progestogen treatment on ovarian activity in the postpartum ewe. J. Anim. Sci. 54:998-1004.

93.* Ainsworth, L.; Wolynetz, M.S. 1982. Synchronization of estrus and reproductive performance of ewes treated with synthetic progestogens administered by subcutaneous ear implant or by intravaginal sponge pessary. J. Anim. Sci. 54:1120-1127.

94.* Fiser, P.S.; Ainsworth, L.; Fairfull, R.W. 1982. Cryosurvival of ram spermatozoa in hypertonic and isotonic diluents. Can. J. Anim. Sci. 62:425-428.

95.* Hackett, A.J. 1982. Effect of dose of pregnant mares' serum gonadotrophin on the reproductive performance of ewes synchronized for estrus and housed in total confinement. Can. J. Anim. Sci. 62:291-294.

96.* Hackett, A.J.; Dwyer, R.J.; Robertson, H.A.; Wolynetz, M.S. 1982. Reproductive performance of hormonally treated sheep maintained year-round in a controlled-light environment. Can. J. Anim. Sci. 62:1109-1117.

97. Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1982. Reproductive performance of totally confined sheep bred with semen extended in a lactose-egg yolk-glycerol buffer and stored at 5°C. Can. J. Comp. Med. 46:327-333.

98.* Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1982. Effectiveness of photoperiod stimulation on reproductive performance of sheep housed continuously indoors on an accelerated breeding schedule. Can. J. Comp. Med. 46:400-404.

99.* Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1982. Effect of PMSG on the reproductive performance of totally confined ewes bred at synchronized estrus. Theriogenology 17:215-221.

100.* Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1982. Reproductive performance of confined sheep in an accelerated controlled breeding program under two lighting regimes. Theriogenology 18:621-628.

101.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F. 1982. Performance of lambs fed milk replacers having two levels of fat. Can. J. Anim. Sci. 62:837-843.

102.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F. 1982. Potential alternatives to lamb milk replacer for the artificial rearing of lambs. Can. J. Anim. Sci. 62:1135-1142.

103.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F. 1982. Rapeseed oil versus coconut oil as a source of fat for lamb milk replacers. Can. J. Anim. Sci. 62:1241-1243.

104. Hidiroglou, M.; Williams, C.J.; Hackett, A.J. 1982. Plasma levels of copper, iron and zinc during the estrus cycle of the ewe. Int. J. Vitam. Nutr. Res. 52:75-79.

105. Ivan, M.; Veira, D.M. 1982. Duodenal flow and soluble proportions of zinc, manganese, copper and iron in the rumen fluid and duodenal digesta of faunated and defaunated sheep. Can. J. Anim. Sci. 62:979-982.

106.* Langford, G.A. 1982. Influence of PMSG and time of artificial insemination on fertility of progestogen-treated sheep in confinement. J. Anim. Sci. 54:1205-1211.

107.* Langford, G.A.; Gabler, S.; Ainsworth, L.; Wolynetz, M.S. 1982. Reproductive response of progestogen-treated sheep in confinement to a single and double insemination. J. Anim. Sci. 54:12-17.

108.* Langford, G.A.; Marcus, G.J. 1982. Influence of sperm number and seminal plasma on fertility of progestogen-treated sheep in confinement. J. Reprod. Fertil. 65:325-329.

109. Poncet, C.; Ivan, M.; Leveille, M. 1982. Electromagnetic measurements of duodenal digesta flow in cannulated sheep. Reprod. Nutr. Dev. 22:651-660.

110. Shrestha, J.N.B. 1982. Measurement and evaluation of wool traits. Sheep Can. 7(2):10-12.

111.* Shrestha, J.N.B.; Ainsworth, L.; Heaney, D.P.; Smith, A.N. 1982. Application of controlled reproduction to sheep flocks in Newfoundland. Can. J. Anim. Sci. 62:679-687.

112. Shrestha, J.N.B.; Heaney, D.P.; Peters, H.F. 1982. Effets de l'âge des brebis, du sexe des agneaux, du nombre de sujets par portée et de la méthode d'élevage sur la croissance des agneaux. Canadex 430.41.

113.* Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F.; Heaney, D.P. 1982. Growth performance of lambs sired by rams of the East Friesian, Finnish Landrace, Ile de France and Suffolk breeds. Can. J. Anim. Sci. 62:689-697.

114. Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F.; Heaney, D.P. 1982. Growth performance of lambs sired by East Friesian, Finnish Landrace, Ile de France and Suffolk rams. Sheep Can. 7(1):3-5.

115.* Smith, E.G.; Howell, W.E.; Lee, G.E.; Shrestha, J.N.B. 1982. L'économie de la production intensive du mouton. Bull. Tech. n° 4., Agric. Can., Cent. Rech. Zootech., Ottawa (Ont.). 73 pp.

116. Veira, D.M.; Ivan, M. 1982. The effect of dietary protein on digestion and fermentation in the gastrointestinal tract of sheep. Ann. Rech. Vet. 13:213-220.

1983

117.* Ainsworth, L.; Lachance, R.; Labrie, F. 1983. Effects of progestogen treatments and PMSG on the induction of the preovulatory LH discharge in ewes. Anim. Reprod. Sci. 5:281-286.

118.* Ainsworth, L.; Shrestha, J.N.B. 1983. Effect of type of intravaginal progestogen treatment on estrous response and reproductive performance of ewes. Theriogenology 19:869-875.

119.* Fiser, P.S.; Fairfull, R.W. 1983. Effects of changes in photoperiod on freezability of ram spermatozoa. Cryobiology 20:684-689.

120. Hackett, A.J.; Hidiroglou, M. 1983. Effects of PMSG on progesterone levels in ewes treated with fluorogestone acetate or prostaglandin $F_{2\alpha}$. Anim. Reprod. Sci. 6:191-197.

121.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F. 1983. Effects of post-weaning protein regimens and urea on the performance of intensively reared lambs. Can. J. Anim. Sci. 63:631-641.

122. Langford, G.A. 1983. Insémination artificielle ovine. Canadex 430.36.

123. Langford, G.A. 1983. Insémination artificielle ovine. Le Moutonnier/ Chèvre - Québec 10:11.

124.* Langford, G.A.; Marcus, G.J.; Batra, T.R. 1983. Seasonal effects of PMSG and number of inseminations on fertility of progestogen-treated sheep. J. Anim. Sci. 57:307-312.

125.* Reid, W.S.; Ivan, M.; Buckley, D.J. 1983. An automatic digesta sampler for sheep. J. Agric. Eng. Res. 28:79-87.

126.* Shrestha, J.N.B.; Ainsworth, L.; Heaney, D.P. 1983. Influence of breed on reproductive performance of ewes treated with fluorogestone-acetate-impregnated intravaginal sponge and pregnant mare's serum gonadotrophin during the breeding season. Can. J. Anim. Sci. 63:1-6.

127. Shrestha, J.N.B.; Ainsworth, L.; Heaney, D.P.; Smith, A.N. 1983. Controlled sheep breeding procedures in Newfoundland. Sheep Can. 8(1):9-11.

128.* Shrestha, J.N.B.; Fiser, P.S.; Langford, G.A.; Heaney, D.P. 1983. Influence of breed, birth date, age and body weight on testicular measurements of growing rams maintained in a controlled environment. Can. J. Anim. Sci. 63:835-847.

129.* Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F.; Heaney, D.P. 1983. Inheritance of weights of lambs reared artificially or with their dams. Can. J. Anim. Sci. 63:263-268.

130.* Veira, D.M.; Ivan, M.; Jui, P.Y. 1983. Rumen ciliate protozoa: Effects on digestion in the stomach of sheep. J. Dairy Sci. 66:1015-1022.

1984

131.* Ainsworth, L.; Downey, B.R. 1984. A controlled internal drug releasing device containing progesterone for estrus synchronization in sheep. Proceedings of the 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Univ. Illinois, Urbana (IL). III:302.

132. Bernon, D.E.; Shrestha, J.N.B. 1984. Sexual activity patterns in rams. Can. J. Comp. Med. 48:42-46.

133.* Fiser, P.S.; Batra, T.R. 1984. Effect of equilibration time at 5°C and photoperiod on survival of ram spermatozoa frozen in straws. Can. J. Anim. Sci. 64:777-780.

134.* Fiser, P.S.; Fairfull, R.W. 1984. The effect of glycerol concentration and cooling velocity on cryosurvival of ram spermatozoa frozen in straws. Cryobiology 21:542-551.

135.* Fortin, A.; Shrestha, J.N.B. 1984. Use of ultrasound to predict the composition of 115 day old ram lambs. Proceedings 35th Annual Meeting European Association of Animal Production p. S6 a.1 (Sommaire).

136.* Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1984. Fertility of ewe lambs maintained indoors year-round on an accelerated breeding program. J. Anim. Sci. 59:1129-1134.

137.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F. 1984. Postweaning performance of artificially reared lambs weaned at 21 vs 28 days of age under two postweaning housing regimens. Can. J. Anim. Sci. 64:667-674.

138. Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B.; Peters, H.F. 1984. Reducing the cost of milk replacer for the artificial rearing of lambs. Sheep Can. 8(4):7.

139. Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B. 1984. Management tips for reducing artificial rearing costs for lambs. Sheep Can. 9(4):3-4.

140.* Hidiroglou, M.; Heaney, D.P.; Hartin, K.E. 1984. Copper poisoning in a flock of sheep. Copper excretion patterns after treatment with molybdenum and sulfur or penicillamine. Can. Vet. J. 25:377-382.

141. Hidiroglou, M.; Knipfel, J. 1984. Plasma and milk concentrations of vitamin D_3 and 25-hydroxyvitamin D_3 following intravenous injection of vitamin D_3 or 25-hydroxyvitamin D_3. Can. J. Comp. Med. 48:78-80.

142. Hidiroglou, M.; Williams, C.J. 1984. Vitamin D_3 levels in certain sheep tissues at various times after the intramuscular administration of vitamin D_3. Int. J. Vitam. Nutr. Res. 54:17-23.

143.* Langford, G.A. 1984. Épreuves ultrasoniques de gestation chez le mouton mis à la reproduction par la méthode de la synchronisation de l'oestrus. Canadex 430.39.

144. Langford, G.A. 1984. Reproductive performance of confined ewe lambs bred by artificial insemination. Proceedings 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Univ. Illinois, Urbana (IL). III:371.

145. Langford, G.A. 1984. Entrevue: Insémination artificielle ovine. Le Moutonnier/Chèvre - Québec 13:30-31.

146. Langford, G.A. 1984. Ultrasonic pregnancy testing in sheep bred at synchronized estrus. Sheep Can. 9(2):3-4.

147.* Langford, G.A.; Hackett, A.J.; Marcus, G.J. 1984. Studies on ram sperm penetration in bovine cervical mucus. Proceedings 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Univ. Illinois, Urbana (IL). II:58.

148.* Langford, G.A.; Shrestha, J.N.B.; Fiser, P.S.; Ainsworth, L.; Heaney, D.P.; Marcus, G.J. 1984. Improved diagnostic accuracy by repetitive ultrasonic pregnancy testing in sheep. Theriogenology 21:691-698.

149.* Poncet, C.; Ivan, M. 1984. Effect of duodenal cannulation in sheep on the pattern of gastroduodenal electrical activity and digestive flow. Reprod. Nutr. Dev. 24:887-902.

150. Shrestha, J.N.B.; Fiser, P.S.; Ainsworth, L. 1984. Raddle markings and presence of spermatozoa in vaginal smears as predictors of ewes lambing to matings at the synchronized estrus. Can. J. Anim. Sci. 64:563-568.

151.* Shrestha, J.N.B.; Heaney, D.P.; Fiser, P.S.; Langford, G.A. 1984. Influence of breed, birth date, age and body weight on linear body measurements of growing rams maintained in a controlled environment. Can. J. Anim. Sci. 64:279-291.

152.* Veira, D.M.; Ivan, M.; Jui, P.Y. 1984. The effect of ciliate protozoa on the flow of amino acids from the stomach of sheep. Can. J. Anim. Sci. 64(Suppl.):22-23.

1985

153.* Ainsworth, L. 1985. Effects of norgestomet-implants and fluorogestone acetate-impregnated sponges on oestrous cycle length and luteal function of ewes. Anim. Reprod. Sci. 9:63-73.

154. Ainsworth, L.; Fiser, P.S.; Heaney, D.P.; Langford, G.A.; Shrestha, J.N.B. 1985. Intensive husbandry of fecund sheep. Pages 399-409 dans Land, R.B.; Robinson, D.W. éds., Genetics of reproduction in sheep. Butterworths, Londres (Angleterre).

155.* Ainsworth, L.; Shrestha, J.N.B. 1985. Effect of PMSG dosage on the reproductive performance of adult ewes and ewe lambs bred at a progestogen-PMSG synchronized estrus. Theriogenology 24:479-487.

156.* Buckley, D.J.; Veira, D.M.; Nicholls, C.F.; Ivan, M.; St. Amour, G. 1985. An automated device for controlled feeding of sheep in cages or pens. Can. J. Anim. Sci. 65:273-277.

157. Hackett, A.J.; Wolynetz, M.S. 1985. Reproductive performance of Finnish Landrace and Suffolk sheep maintained indoors year-round. J. Anim. Sci. 60:334-341.

158.* Heaney, D.P.; Hidiroglou, M.; Shrestha, J.N.B.; Ho, S.K. 1985. Effects of dietary calcium and phosphorus concentrations and intramuscular injections of vitamin D_3 on growth and serum parameters of lambs reared in a controlled environment. Can. J. Anim. Sci. 65:163-173.

159.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B. 1985. Effects of warm versus cold milk replacers and of free-choice hay postweaning on performance of artificially reared lambs. Can. J. Anin. Sci. 65:871-878.

160. Hidiroglou, M.; Williams, C.J.; Proulx, J.G. 1985. Plasma vitamin D_3 response in cattle and sheep exposed to ultraviolet radiation. International J. Vitam. Nutr. Res. 55:41-46.

161.* Ivan, M.; Buckley, D.J.; St. Amour, G.; Nicholls, C.F.; Veira, D.M. 1985. Fully automated system for aerobic or anaerobic sampling of duodenal digesta in sheep or cattle equipped with duodenal reentrant cannulas. J. Anim. Sci. 60:1359-1366.

162. Ivan, M.; Veira, D.M. 1985. Effects of copper sulfate supplement on growth, tissue concentration, and ruminal solubilities of molybdenum and copper in sheep fed low and high molybdenum diets. J. Dairy Sci. 68:891-896.

163.* Ivan, M.; Veira, D.M. 1985. Copper sulfate as a dietary supplement to prevent molybdenum toxicity or copper deficiency in sheep. Canadex 430.65.

164.* Langford, G.A. 1985. Effect of duration and frequency of change in photoperiod on sperm concentration, sperm motility and scrotal size of rams kept year-round in controlled environments. J. Androl. 6(Suppl. 1): 139 (Sommaire).

165.* Langford, G.A.; Ainsworth, L. 1985. Manipulation of artificial photoperiods to maintain testosterone production, testis size and semen quality year-round in rams. Biol. Reprod. 32(Suppl.1):83 (Sommaire).

166.* Langford, G.A.; Ainsworth, L. 1985. Significance of scrotal size during testicular redevelopment in relation to semen quality in rams responding to artificial photoperiods. J. Anim. Sci. 61(Suppl.1):413 (Sommaire).

167.* Shrestha, J.N.B.; Heaney, D.P. 1985. Genetic and phenotypic parameters of early growth traits of lambs reared artificially in a controlled environment. Can. J. Anim. Sci. 65:37-49.

168. Shrestha, J.N.B.; Vesely, J.A.; Chesnais, J.P. 1985. Genetic and phenotypic parameters for daily gain and body weights in Suffolk lambs. Can. J. Anim. Sci. 65:575-582.

1986

169.* Fiser, P.S.; Fairfull, R.W. 1986. Combined effects of glycerol concentration, cooling velocity and osmolality of skim milk diluents on cryopreservation of ram spermatozoa. Theriogenology 25:473-484.

170.* Fiser, P.S.; Fairfull, R.W.; Marcus, G.J. 1986. The effect of thawing velocity on survival and acrosomal integrity of ram spermatozoa frozen at optimal and suboptimal rates. Cryobiology 23:141-149.

171. Fortin, A.; Shrestha, J.N.B. 1986. In vivo estimation of carcass meat by ultrasound in ram lambs slaughtered at an average weight of 37 kg. Anim. Prod. 43:469-475.

172.* Heaney, D.P.; Shrestha, J.N.B. 1986. Effects of soyflour in milk replacer on the performance of artificially reared lambs. Can. J. Anim. Sci. 67:(SOUS PRESSE).

173.* Ivan, M.; Veira, D.M.; Kelleher, C.A. 1986. The alleviation of chronic copper toxicity in sheep by ciliate protozoa. Br. J. Nutr. 55:361-367.

174.* Langford, G.A. 1986. Influence of body weight and number of inseminations on fertility of progestogen-treated ewe lambs raised in controlled environments. J. Anim. Sci. 62:1058-1062.

175.* Shrestha, J.N.B.; Fortin, A.; Heaney, D.P. 1986. Genetic and phenotypic parameters of carcass traits in ram lambs reared artificially in a controlled environment. Can. J. Anim. Sci. 66:905-914.

7. OUVRAGES DE RÉFÉRENCE SUPPLÉMENTAIRES

Alberta sheepman's manual. 1978. Alberta Agriculture, Edmonton (Alberta).

Genetics of reproduction in sheep. 1985. Land, R.B.; Robinson, D.W. éds. Butterworths, Londres (Angleterre).

Nutrient requirements of sheep, sixth revised edition. 1985. National Academy Press, Washington (DC).

Ontario shepherd's manual. Ontario Ministry of Agriculture and Food, Toronto (Ontario).

Recherches visant à accroître la production ovine au Canada. 1982. Centre de recherches zootechniques avec collaboration de la Direction générale des communications, Agriculture Canada. Film sonore, 16 mm., couleur, 26 min.

Sheep and goat production. 1982. Coop, J.E. éd. Elsevier, New York (NY).

Sheep breeding - second edition. 1979. Tomes, G.L.; Robertson, D.E.; Lightfoot, R.J.; Haresign, W. éds. Butterworths, Londres (Angleterre).

Sheep nutrition and management. 1977. U.S. Feed Grains Council, Londres (Angleterre).

Sheep production. 1983. Haresign, W. éd. Butterworths, Londres (Angleterre).

The control and manipulation of reproduction in sheep. 1983. Pages 155-287 dans Gordon, I. éd., Controlled breeding in farm animals. Pergamon Press, Oxford (Angleterre).

The management and diseases of sheep. 1979. The British Council and The Commonwealth Agricultural Bureaux, Londres (Angleterre).

The sheepman's production handbook. second edition. 1975. Sheep Industry Development Program Inc., Denver (CO).

Toujours plus d'agneaux ou la reproduction programmée. 1979. Cinémathèque Searle, Département Vétérinaire, Laboratoires Searle, Montrouge, France. Film sonore, 16 mm., couleur, 28 min.

8. BULLETINS INFORMATIFS SUR LES OVINS PUBLIÉS PAR AGRICULTURE CANADA

Les maladies du mouton au Canada. Publication 1481/F.
Ce bulletin informe les producteurs d'ovins des caractéristiques des maladies et infestations plus communs dans les ovins.

L'agneau canadien. Publication 1501/F.
Ce bulletin fourni de l'information sur l'achat, l'entrepôt, la préparation et la cuisson d'agneau.

Élevage artificiel des agneaux. Publication 1507/F.
Ce bulletin décrit des formules d'aliment d'allaitement, des systèmes de nutrition et aménagement pour élevage artificiel des agneaux dès jour 1.

La production et la commercialisation du mouton. Publication 1582/F.
Ce bulletin est un guide pratique sur la production et la commercialisation des ovins au Canada. Les sujets tels que des techniques d'aménagements, le marché, caractéristiques de races, hygiène du troupeau, édifices et équipement sont décrits.

La production lainière au Canada. Publication 1763/F.
Ce bulletin sont décrits les caractéristiques, la tonte et le marché de la laine.

Ces bulletins sont disponibles gratuits de:

Direction générale des communications
Agriculture Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0C7

9. SERVICE DES PLANS DU CANADA

Le Service des plans du Canada est une organisation coopérative fédérale/ provinciale qui prepare pour les fermiers et producteurs canadiens, des plans de construction, des feuillets descriptifs et des bulletins informatifs sur la construction de bâtiments modernes, des systèmes de logement pour bétail, entrepôt et équipement agricole.

Le Service a créé des plans pour une grande variété de bâtiments et équipement pour ovins. On peut se procurer des descriptions détaillées, catalogues et dessins de votre ingénieur agricole provincial ou agronome.